



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL
- PPGEC

CAMILA ISATON

**ANÁLISE DE CUSTOS PARAMÉTRICOS PARA DADOS
ORÇAMENTÁRIOS DE UNIDADES DE INTERNAÇÃO
SOCIOEDUCATIVAS**

Florianópolis
2016

CAMILA ISATON

**ANÁLISE DE CUSTOS PARAMÉTRICOS PARA DADOS
ORÇAMENTÁRIOS DE UNIDADES DE INTERNAÇÃO
SOCIOEDUCATIVAS**

Dissertação ao Programa de Pós
Graduação de Engenharia Civil, da
Universidade Federal de Santa
Catarina, como parte dos requisitos
para obtenção do título de Mestre
em Engenharia Civil.

Área concentração: Construção
Civil.

Orientador: Prof. Antônio Edésio
Jungles, Dr.

Florianópolis
2016

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

ISATON, CAMILA

ANÁLISE DE CUSTOS PARAMÉTRICOS PARA DADOS ORÇAMENTÁRIOS
DE UNIDADES DE INTERNAÇÃO SOCIOEDUCATIVAS / CAMILA ISATON
; orientador, Antônio Edésio Jungles - Florianópolis, SC,
2016.

183 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em
Engenharia Civil.

Inclui referências

1. Engenharia Civil. 2. Prisões Juvenis. 3. Obras
Públicas. 4. Estimativa de Custos. 5. Estimativa
Paramétrica. I. Jungles, Antônio Edésio . II. Universidade
Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em
Engenharia Civil. III. Título.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus pais Elide Maria e João Carlos pelo apoio incondicional em todos os momentos, pelo incentivo para o ingresso no mestrado e por serem os pais que são, ele um homem simples, calmo e sábio e ela uma mulher forte, determinada e batalhadora que faz de tudo pelos filhos e pela neta.

A minha filha Sibelli Maedra, pelas brincadeiras, sapequices e risos que fizeram com que esse período de mestrado fosse um dos períodos mais alegres das nossas vidas, apesar das lutas para nos mantermos em Florianópolis.

Ao meu irmão Danilo César pelo companheirismo.

A Deborah Hudema, que desde o início da graduação tornou-se uma pessoa da família, sempre presente, amiga, ouvinte e conselheira.

Ao meu orientador Professor Antônio Edésio Jungles pela orientação e pelo exemplo de professor e pesquisador, um nato incentivador de pessoas e que nos ensina a enxergar o melhor das pessoas.

Agradeço a banca examinadora: professora Sheyla Mara Baptista Serra da Universidade Federal de São Carlos e aos professores Norberto Hochheim e Luís Alberto Gomez da Universidade Federal de Santa Catarina.

A Fundação Casa, representada por Edivaldo César Simei, Rodrigo Braoios Vilhora, Luiz Torre, Ricardo Righetti, Luciana Tonaki, Marli Florêncio, Eleni Nunes e Celso Roberto Quintiliano pela oportunidade de continuar aprendendo com essa instituição mesmo após sair para cursar o mestrado.

Aos professores da Universidade Federal de Santa Catarina: Fernanda Fernandes Marchiori, Luís Alberto Gomez, Davide Franco e Cristiano Cunha.

A Mari e Priscila da secretaria do PPGEC pelo bom atendimento, paciência e gentileza, sentirei saudades.

Aos professores da Pontifícia Universidade Católica do Paraná: Roberto Borges França, Luiz Fernando Crema, Luiz Afonso Erban, Francisco Rocha Loures e Denis Alcides Resende, pelo incentivo e por serem exemplos de mestres.

As amigas que ganhei no mestrado: Leiliane Santana, Geannima dos Santos Lima, Geisiele Ghislene, Rúbia dos Santos, Ana Claudia Bilesimo, Madeleing Taborda Barraza, Marília Dagostin, Gabriela Matte e Cláudia Gama.

Aos amigos: Diego Custódio, Jamil Salim e Alexandre David Felisberto.

Aos amigos que ajudaram na dissertação: Jamil Salim, Ricardo Juan José Oviedo Haito, Ana Claudia Bilesimo, Madeleing Taborda Barraza e Antônio Barzan.

A todos, muito obrigada.

“Sua tarefa é descobrir o seu trabalho e, então,
com todo o coração, dedicar-se a ele.”
Buda

RESUMO

ISATON, Camila. **Análise De Custos Paramétricos Para Dados Orçamentários De Unidades De Internação Socioeducativas**. 2015. X f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015.

A pesquisa aborda a estimativa paramétrica aplicada à estimativas de custos para Unidades de Internação Socioeducativas ou Prisões Juvenis. As estimativas de custos mostram-se aplicáveis nas fases iniciais dos empreendimentos, especificamente na fase de viabilidade das obras públicas, para atender esse objetivo, desenvolveu-se a estimativa paramétrica. Os modelos produzidos na pesquisa tem como cliente a administração pública, os produtos da pesquisa tem como função oferecer velocidade de resposta para as estimativas de custos para as previsões orçamentárias. A pesquisa utiliza 39 empreendimentos como amostras para a análise, o método utilizado para modelagem é a Regressão Linear Múltipla. Os modelos desenvolvidos tem como direcionadores de custos as características gerais da obra, ou seja, direcionadores disponíveis na fase de viabilidade e presentes nos projetos arquitetônicos, estes, que antecedem a elaboração do projeto executivo que contém os projetos completos. Os serviços de maior representatividade de custos foram identificados e a partir dessa premissa, os modelos foram gerados. A sistemática da construção do banco de dados para essa tipologia de edificação é apresentada passo a passo. No trabalho, encontram-se modelos de estimativas de custos levando-se em consideração a localização das Prisões Juvenis em duas regiões de um estado da federação. A pesquisa apresenta ademais, modelos para quantificação de insumos e modelos de custos de serviços que compõem as Unidades de Internação Socioeducativas. Os modelos construídos apresentam erros aceitáveis, levando-se em consideração as informações disponíveis sobre os empreendimentos nesta fase. A validação deu-se retirando-se 2 amostras com seus respectivos dados de Área Total, Perímetro Externo e Perímetro Interno entre as 39 amostras utilizadas e foi realizada a simulação de Monte Carlo com a criação de 1000 cenários possíveis de projetos fictícios.

Palavras Chaves: Prisões Juvenis; Obras Públicas; Estimativa de Custos; Estimativa Paramétrica.

ABSTRACT

ISATON, Camila. **Análise De Custos Paramétricos Para Dados Orçamentários De Unidades De Internação Socioeducativas**. 2015. 86 f. Qualificação da Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015.

The research addresses parametric modeling applied to cost estimates for new Socio-Educational Detention Units. Cost estimations show to be applicable in the early stages of projects, specifically in the feasibility phase of public works. To meet this objective, the parametric estimation is developed. The models produced in the research have as a customer public administration; those have the same function of providing response speed for cost estimates for use in budget forecasts. The survey has 39 enterprises samples for analysis, the method used for modeling is the Multiple Linear Repression. The developed models have as cost drivers the general characteristics of the work, that is drivers available at the feasibility stage and present in architectural design, these prior to the preparation of the executive project containing the complete projects. The most representative services costs were identified, from this premise, the models were generated. The systematic database construction for this building type is displayed. In the work are found suitable models for application cost estimates as the information of the location of Juvenile Prisons in two regions of a state of the federation. In addition, the research presents models for quantification of inputs and models of service costs that compose the Socio-Educational Detention Units. The models built have acceptable errors, taking into account the information available on the projects at this stage. The validation was given simply withdrawing two samples among the 39 samples used and was conducted via Monte Carlo Simulation with the creation of 1000 possible scenarios.

Key-words: Juvenile Detention Centers; Public Works; Cost Estimation; Parametric Estimation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Variação do custo em função do Índice de Compacidade.....	37
Figura 2. Análise exploratória dos dados.....	40
Figura 3. Desenvolvimento da pesquisa	52
Figura 4. Localização das Amostras	54
Figura 5. Localização das amostras na região metropolitana de São Paulo	55
Figura 6. Unidade de Internação Térrea.....	57
Figura 7. Unidade de Internação Compacta.....	58
Figura 8. Sistemática da retirada de informações da documentação: metodologia da montagem do banco de dados.	61
Figura 9. Montagem do banco de dados	64
Figura 10. Organizando os parâmetros	65
Figura 11. Organizando os quantitativos.	65
Figura 12. Padronização dos dados.....	67
Figura 13. Direcionadores para os Grupos de Serviços	72
Figura 14. Grupos de Serviços para análise.....	73
Figura 15. Serviços Preliminares	75
Figura 16. Fundações	75
Figura 17. Superestrutura.....	76
Figura 18. Alvenarias.....	76
Figura 19. Esquadrias de Segurança	77
Figura 20. Vidros	78
Figura 21. Revestimentos.....	78
Figura 22.. Impermeabilização	79
Figura 23. Mobiliário Fixo.....	79
Figura 24. Instalações Hidrossanitárias	80
Figura 25. Instalações Hidrossanitárias	80
Figura 26. Instalações Hidrossanitárias	81
Figura 27. Instalações Hidrossanitárias	82
Figura 28. Instalações Complementares	82
Figura 29. Muro de fechamento.....	83
Figura 30. Muro de fechamento	84
Figura 31. Abastecimento de água.....	85
Figura 32. Serviços Externos	85
Figura 33. Serviços Externos	85
Figura 34. Modelo de custo por localização	87
Figura 35. Modelo para quantitativos	87
Figura 36. Estimativa Paramétrica para Unidades Socioeducativas	94

Figura 37. Amostra 1	131
Figura 38. Amostra 2	131
Figura 39. Amostra 3	132
Figura 40. Amostra 4	132
Figura 41. Amostra 5 e 6	133
Figura 42. Amostra 7 e 8 e 9.....	133
Figura 43. Amostras 10 e 11	134
Figura 44. Amostras 12 e 13.....	134
Figura 45. Amostras 14 e 15.....	135
Figura 46. Amostra 16	135
Figura 47. Amostra 17	136
Figura 48. Amostra 18	136
Figura 49. Amostra 19	137
Figura 50. Amostra 20	137
Figura 51. Amostra 21 e 22	138
Figura 52. Amostra 23	138
Figura 53. Amostra 24	139
Figura 54. Amostra 25	139
Figura 55. Amostra 25 e 26	140
Figura 56. Amostra 27 e 28	140
Figura 57. Amostra 29	141
Figura 58. Amostra 30	141
Figura 59. Amostra 31	142
Figura 60. Amostra 32	142
Figura 61. Amostra 33	143
Figura 62. Amostra 34	143
Figura 63. Amostra 35	144
Figura 64. Amostra 36	144
Figura 65. Amostra 37	145
Figura 66. Amostra 38	145
Figura 67. Amostra 39	146
Figura 68. Custos serviços preliminares	147
Figura 69. Custos fundações.....	148
Figura 70. Custos superestrutura	149
Figura 71. Custos alvenarias	150
Figura 72. Custos esquadrias de segurança	151
Figura 73. Custos vidros.....	152
Figura 74. Custos revestimentos.....	153
Figura 75. Custos cobertura.....	154
Figura 76. Custos impermeabilização.....	155
Figura 77. Custos mobiliário fixo.....	156

Figura 78. Custos instalações hidrossanitárias.....	157
Figura 79. Custos Pintura.....	158
Figura 80. Custos Instalações Elétricas	159
Figura 81. Custos instalações complementares.....	160
Figura 82. Custos instalações de incêndio	161
Figura 83. Custos muro perimetral	162
Figura 84. Custos tratamento de esgoto	163
Figura 85. Custos serviços externos.....	164
Figura 86. . Custos abastecimento de água	165
Figura 87. Custos limpeza final	166
Figura 88. Custos Capital de SP e Litoral.....	167
Figura 89. Custos Interior de SP	168
Figura 90. Graute	169
Figura 91. Grade SAE 10451	170
Figura 92. Grade forro 1008/1010	171
Figura 93. Placa poliéster.....	172
Figura 94. Portas de segurança	173
Figura 95. Forma de madeira comum	174
Figura 96. Forma de compensado.....	175
Figura 97. Aço estrutural CA-50	176
Figura 98. Aço estrutural CA -60	177
Figura 99. Armadura em tela soldada	178
Figura 100. Concreto estrutural	179
Figura 101. Alvenaria 14 cm	180

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Custos de uma Unidade de Internação	68
Tabela 2. Curva ABC de serviços.....	69
Tabela 3. Curva ABC de Insumos para o Serviço de Esquadrias de Segurança.....	70
Tabela 4. Grupo de Serviço Mobiliário Fixo	72
Tabela 5. Índice de compacidade das amostras	88
Tabela 6. Resumo das equações: Localização	101
Tabela 7. Validação simples dos modelos paramétricos de custos.....	102
Tabela 8. Validação simples do modelo para quantitativo de esquadrias de segurança.....	104
Tabela 9. Validação dos Modelos por localização: Capital e Litoral de São Paulo	104
Tabela 10. Validação dos Modelos por localização: Interior de São Paulo	105
Tabela 11. Monte Carlo: Serviços Preliminares	107
Tabela 12. Monte Carlo: Fundações	107
Tabela 13. Monte Carlo: Superestrutura	107
Tabela 14. Monte Carlo: Alvenarias	108
Tabela 15. Monte Carlo: Esquadrias de Segurança	108
Tabela 16. Monte Carlo: Vidros	108
Tabela 17.....	109
Tabela 18. Monte Carlo: Coberturas.....	109
Tabela 19. Monte Carlo: Impermeabilização.....	110
Tabela 20. Monte Carlo: Mobiliário Fixo.....	110
Tabela 21. Monte Carlo: Instalações Hidrossanitárias.....	110
Tabela 22. Monte Carlo: Pintura.....	111
Tabela 23. Monte Carlo: Instalações Elétricas.....	111
Tabela 24. Monte Carlo: Instalações Complementares	111
Tabela 25. Monte Carlo: Instalações de Incêndio.....	112
Tabela 26. Monte Carlo: Muro Perimetral.....	112
Tabela 27. Monte Carlo: Tratamento de Esgoto	112
Tabela 28. Monte Carlo: Serviços Externos	113
Tabela 29. Monte Carlo: Abastecimento de Água.....	113
Tabela 30. Monte Carlo: Limpeza Final	113
Tabela 31. Monte Carlo: Placa de Poliéster.....	114
Tabela 32. Monte Carlo: Portas de Segurança.....	114
Tabela 33. Monte Carlo: Aço CA -50.....	114
Tabela 34. Monte Carlo: Aço CA -60.....	115
Tabela 35. Monte Carlo: Esquadrias de Segurança	115

Tabela 36. Monte Carlo: Modelos não validados	116
Tabela 37. Monte Carlo: Custo capital e litoral de SP.....	116
Tabela 38. Monte Carlo: Custo interior de SP	117
Tabela 39. Curva ABC de Insumos do Serviço de Esquadrias de Segurança	181

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Composição de custo total de um edifício	37
Quadro 2. Correlação.	43
Quadro 3. Amostras	61
Quadro 4. Resumo das equações: custos dos serviços.....	95
Quadro 5. Resumo das equações: quantitativos.....	100

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	25
1.1	Motivação para pesquisa	25
1.2	Justificativa	26
1.3	Objetivos	26
1.3.1	Objetivo Geral	26
1.3.2	Objetivos Específicos	26
1.4	Delimitação da Pesquisa	27
1.5	Estrutura da Pesquisa	27
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	29
2.1	Estimativas de Custos	29
2.1.1	Estimativa por volume de edificação	32
2.1.2	Estimativa de custo por área construída.....	32
2.1.3	Estimativa do método das etapas por percentuais	32
2.1.4	Estimativa por comparação de projeto	33
2.1.5	Estimativa por metro quadrado	33
2.1.6	Estimativa da quantidade a ser tomada (QTO)	33
2.1.7	Estimativa Paramétrica de Custos	34
2.2	Análise estatística.....	39
2.4	Simulação de Monte Carlo.....	46
2.5	Obras Públicas no Brasil	47
2.6	Sistema Socioeducativo no Brasil.....	48
2.7	Sistema Socioeducativo no Estado de São Paulo.....	49
3	METODO DA PESQUISA.....	51
3.1	Introdução	51
3.2	Classificação da pesquisa	53
3.3	Coleta das amostras.....	54
3.4	Caracterização das amostras	56
3.5	Caracterização dos empreendimentos da amostra.....	57
3.6	Uniformização dos dados.....	60
3.7	Direcionadores de custos.....	72
3.8	Relações Paramétricas.....	90
4.	RESULTADOS.....	93
4.1.	Validação.....	101
4.2.	Validação via Monte Carlo	105

4.2.1	Validação dos Serviços	106
4.2.2	Validação dos Quantitativos	114
4.2.3	Validação modelos de localização	116
5.	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	119
5.1.	Direcionadores de Custos para Unidades de Internação Socioeducativas.....	119
5.2.	Modelos para Serviços	120
5.3.	Modelos para quantitativos de insumos	121
5.4.	Modelos de localização.....	122
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	125
	APENDICES	131

1 INTRODUÇÃO

1.1 Motivação para pesquisa

Todos os estados da federação brasileira convivem com a problemática do aumento da criminalidade e a necessidade de novas vagas para jovens no sistema socioeducativo.

As Prisões Juvenis são empreendimentos custeados pela administração pública, cabendo a cada estado da federação brasileira construir, manter e operar as mesmas.

As Unidades de Internação (destinadas para jovens menores de 21 anos) possuem funções distintas das cadeias, prisões, centros de detenção provisória e penitenciárias, essas últimas edificações abrigam população masculina e feminina acima de 21 anos de idade.

Segundo o Jornal Carta Capital (2014), mediante a Lei de Acesso à Informação, dentre as 148 unidades de internação que compõem o sistema socioeducativo de São Paulo, 54% destas unidades encontram-se superlotadas.

O site jurídico JusBrasil (2012), revelou que no estado de Minas Gerais somente jovens autores de crimes graves são internados nas 22 unidades do estado. Entretanto, os jovens suspeitos de homicídios, roubos a mão armada e estupros contam com a incapacidade do sistema, que não tem como recebê-los para o cumprimento das medidas socioeducativas. Cabe ressaltar que as unidades de internação de Minas Gerais apresentam superlotação em 48,7% das suas unidades.

De acordo com site de notícias Ricmais (2015), o estado de Santa Catarina conta atualmente com apenas 29 unidades de internação, até o ano de 2015 ao todo 627 jovens aguardavam vagas para cumprirem as medidas socioeducativas.

O Conselho de Estado dos Direitos da Criança e Adolescentes de Santa Catarina alertou para a necessidade de atendimento ao Estatuto da Criança e do Adolescente e ao Sistema Nacional de Atendimento Socioeducativo – SINASE, justificando a necessidade de investimentos no setor visando a obtenção da redução da criminalidade no estado que até o momento não tem capacidade para receber os jovens julgados (RICMAIS, 2015).

Neste contexto, a importância de estimar custos para essa tipologia de edifícios é significativa. Além de que há pouca abordagem a respeito deste tema no Brasil.

1.2 Justificativa

O Departamento de Defesa dos Estados Unidos da América (2011), frisa que a administração pública tem como atribuição preparar as estimativas de custos, posicionando-se desta forma, como uma contratante cautelosa.

A Lei de Nº 12.462 (Brasil, 2011, art. 9), intitulada de Regime Diferenciado de Contratações Públicas – RDC, profere que: “o valor estimado da contratação será calculado com base nos valores praticados pelo mercado, nos valores pagos pela administração pública em serviços e obras similares ou na avaliação do custo global da obra, aferida mediante orçamento sintético ou metodologia expedita ou paramétrica”.

Losso (1995), assegura que estimativas baseadas em métodos que analisam somente a área edificada classificam-se como uma analogia superficial, pois desconsideram as características geométricas e demais atributos, estes, que possuem relevantes interferências nos custos, nasce então, a necessidade de optar-se por métodos que consideram estas singularidades.

Neste contexto, a estimativa paramétrica pode atuar como instrumento para contratações de obras públicas, além do fornecimento de modelos para estimativas expeditas na fase de estudos de viabilidade de um empreendimento.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo Geral

Estimar os custos paramétricos, para uso em fase de viabilidade, por meio da análise dos dados de Prisões Juvenis.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Criação de um banco de dados com as variáveis para a estimativa paramétrica, com dados geométricos e de custos;
- Identificação dos serviços de maior representatividade dos custos das Unidades de Internação;
- Identificação dos direcionadores de custos;
- Modelagem paramétrica para os grupos de serviços que compõem o escopo dos empreendimentos;

- Construção de equações para cálculo de quantitativos dos principais insumos;
- Produção de modelos de custos que utilizam o fator localização das edificações;
- Validação dos modelos.

1.4 Delimitação da Pesquisa

As amostras da pesquisa são exclusivas de uma única instituição e ao estado onde a mesma atua.

Os custos dos serviços considerados na base de dados são referentes aos valores licitados.

Os reajustes referentes às mudanças tecnológicas durante a execução das unidades foram incorporados à base de dados. Entretanto, os reajustes oriundos de embargos unilaterais e/ou bilaterais não foram incorporados.

Para os modelos, a incerteza quanto à estimativa do custo real da obra é a soma desta variabilidade relacionada aos aspectos geométricos, também considera-se as incertezas ligadas à produtividade da mão de obra, consumo de insumos de materiais (OTERO, 2000).

NASA (2015), cita que estimativas de custos apresentam dois tipos de incertezas, de forma a prejudicar a precisão: uma delas é relacionada aos problemas existentes no método empregado, resultante da omissão de variáveis de custo, má especificação de coeficientes e relações matemáticas deficientes, além da falta ou inconsistência de dados históricos utilizados.

Apresenta-se como barreira, segundo a NASA (2015), a dificuldade de obter-se o desempenho previsto na rotina de produção, em virtude de acontecimentos imprevistos ligados aos recursos e programação do processo de produção.

A variável mão de obra não será estudada na pesquisa, os empreendimentos estudados neste trabalho foram executados por empresas vencedoras de processos licitatórios o que tornaria o estudo dessa variável oneroso devido ao grande número de empresas envolvidas.

1.5 Estrutura da Pesquisa

A dissertação é constituída em cinco capítulos. No primeiro capítulo, intitulado “Introdução”, são apresentados a motivação da

pesquisa, a justificativa, objetivo geral, objetivos específicos, delimitação da pesquisa e estrutura da pesquisa.

O capítulo 2 apresenta a Revisão Bibliográfica onde a mesma aborda as Estimativas de Custos, a Análise Estatística, as Obras Públicas no Brasil, o Sistema Socioeducativo no Brasil e o Sistema Socioeducativo no Estado de São Paulo.

O capítulo 3 apresenta a Metodologia de Pesquisa por meio das seguintes etapas: classificação, tamanho da amostra, coleta das amostras, caracterização das amostras, caracterização dos empreendimentos da amostra, uniformização dos dados, direcionadores de custos e relações paramétricas.

O capítulo 4 exibe os resultados e a validação dos modelos.

O capítulo 5 apresenta as conclusões e as recomendações para trabalhos futuros.

Na sequência apresentam-se as referências bibliográficas e os apêndices do trabalho.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Estimativas de Custos

Os custos na construção são interpretados como a quantia de recursos empregados, resultantes de desembolsos com serviços, capitais ou operações financeiras, indispensáveis para a realização de um empreendimento em todas as suas etapas, desde o estudo de exequibilidade do mesmo, no período de um tempo determinado (ANDRADE E SOUZA, 2003).

Losso (1995), Otero (1998), Parisotto (2003), Valle (2006) e Marchiori (2009), ressaltam que a Metodologia do Custo Unitário Básico (CUB) é a mais aplicada no Brasil. Os autores Azevedo, Ensslin e Jungles (2014), expõem que essa metodologia é utilizada de forma regular nas etapas iniciais do empreendimento ou produto.

O adequado entendimento dos termos para apropriação dos custos revela a postura da gestão no que se refere ao processo de tomada de decisão, diante do tempo de evolução da obra e a quantidade de informações que estão disponibilizadas, desta forma, faz-se necessária a distinção terminológica entre os conceitos de estimativa e orçamento (PARISOTTO, 2003).

Losso (1995), reconhece que os orçamentos e as estimativas têm missões notáveis na Construção Civil, sendo declarados como ferramentas básicas, classificados como indispensáveis para o gerenciamento, apresentando-se como imprescindíveis para a análise de viabilidade, programação e planejamento.

Para efeito de distinção entre estimativas e orçamentos, utilizou-se da definição proferida por Formoso et al (1986) apud Coimbra (2010), para descrição do Orçamento Paramétrico, os autores relatam que o mesmo é utilizado para determinação das constantes de consumo, referentes aos materiais e mão de obra por unidade de serviço, e resulta da decomposição da obra ou empreendimento e seus diversos serviços, suas quantidades são determinadas e associadas aos custos unitários, dependendo sempre do nível de precisão e qualidade das informações obtidos dos projetos.

Outra modalidade de orçamento que evoca o tema em estudo é o Orçamento por Áreas. Losso (1995), aponta que o Orçamento por Áreas utiliza-se das áreas como parâmetros, assim como acata as semelhanças dos elementos construtivos, embasa a análise de custos com foco nos elementos de construção de edifícios que possuem as mesmas tipologias e as mesmas características geométricas, fatores que influenciam

diretamente nos custos. Porém, salienta-se que o Orçamento por Áreas é distinto e tem finalidade igualmente distinta da Estimativa Paramétrica.

Heineck (1986) apud Parisotto (2004), cita que o custo real da edificação é o mesmo, seja qual for o método empregado na estimativa. Losso (1995), reitera que a precisão da estimativa segue uma evolução, compreendida como um prognóstico, que tem como meta atingir o custo real da obra, estando a precisão diretamente ligada ao número de informações acessíveis.

A estimativa de custos não fornecendo o valor preciso do empreendimento, tem como finalidade, retratar o custo de forma satisfatória, com grau de precisão admissível, considerando o ambiente para a aplicação dos resultados (OTERO, 2004).

Hamaker (1995) apud Watson e Kwak (2004), afirma que a estimativa paramétrica requer um menor número de informações relativas ao projeto, quando comparada, por exemplo, a um orçamento detalhado.

Os autores Keller, Collopy e Compton (2013), apontam que a estimativa através de modelos paramétricos apresentam limitações de ordem estatística, os autores analisam a aplicação da metodologia na indústria aeroespacial americana e criticam a produção de modelos generalistas em massa que tendem a captar todas as características do produto, salientam o reconhecimento prévio das relações de causa e efeito.

Andrade e Souza (2003), reconhecem que a atividade de estimar custos é remota e sua importância mostra-se inquestionável na Construção Civil. Na medida em que o custo de um empreendimento é o fator limitante para a concepção e execução de uma obra ou empreendimento (ANDRADE e SOUZA, 2003).

Oliveira (1990), relata que a estimativa de custo é empregada como requisito do cliente durante o projeto. A autora reforça que a modelagem de custos ocorre com a caracterização do produto, por meio de análise de seus componentes, formas geométricas e índices.

Valle (2006), cita que é frequente o uso das estimativas antes da elaboração de projetos arquitetônicos, para que o cliente na posição de investidor possa decidir pela viabilidade do empreendimento, através da análise de padrão, público alvo, dimensões geométricas e tecnologias empregadas.

Otero (2000), retrata que a metodologia a ser escolhida para a realização de uma estimativa de custos deve apresentar algumas diretrizes básicas para alcançar sua máxima eficiência. O autor salienta que a primordial destas, é a apresentação de uma estimativa de custos clara, ou seja, de fácil entendimento e revisão.

Vadacca (2013), cita a atenção na observação criteriosa da justificativa para a utilização do modelo para estimativas preliminares, frisa a necessidade do entendimento dos requisitos, conhecimento do contexto de aplicação e o efeito que o mesmo gera, o autor salienta também a necessidade de análise das condições do mercado da construção simultaneamente.

Otero (2004), profere que a estimativa de custos tem a responsabilidade em demonstrar níveis de incertezas de acordo com as definições estabelecidas a priori. O autor ressalta o benefício de métodos de estimativas diretos e acessíveis, ou seja, com maior velocidade de resposta e baixo custo.

Hirota (1988) apud Parisotto (2004), cita que o extenso período de maturação das obras, bem como a frágil exposição da indústria da construção civil, as oscilações de ordem política e econômica e a variabilidade construtiva são alguns dos elementos que contribuem para a variação, que oscilam na ordem de 20 e 30% na precisão do custo ao final da execução quando comparado ao custo da estimativa.

Portanto, as estimativas mostram-se importantes para a administração pública, sobretudo no ato da alocação de recursos, fase onde dispõe-se de poucas informações referentes aos projetos do produto e/ou informações sobre o empreendimento como um todo.

Neste estágio, faz-se necessária a rapidez de resposta para a previsão de recursos. A fase onde a estimativa é realizada antecede a elaboração dos projetos (arquitetônico, elétrico, estrutural, memorial descritivo, caderno de encargos e outros).

Esse período de alocação de recursos possui considerável distância do processo licitatório, ou seja, a decisão tomada na fase de estudos de viabilidade impacta em todos os outros processos, desde a concepção dos projetos até a contratação da obra.

Nos empreendimentos em estudo – Unidades de Internação Socioeducativas, estes, patrocinados de forma única no Brasil pelo poder público, tem-se como informações primárias efetivas nessa fase, o porte das unidades e as localizações aproximadas (região ou município que deve vir a sediar a nova unidade socioeducativa).

A seguir, para efeito de breve comparação entre a Estimativa Paramétrica e outras estimativas utilizadas na Construção Civil, apresenta-se uma revisão sucinta sobre o tema.

2.1.1 Estimativa por volume de edificação

O método da estimativa por volume de edificação é utilizado em alguns países, onde os critérios de medição são elaborados e medidos através dos volumes da edificação, como por exemplo, Inglaterra e Suíça (BEZELGA, 1981 apud VALLE 2006).

Este método, apresenta-se como complementar do método de estimativa por metro quadrado, salienta-se que no método por volume o pé direito da edificação é uma variável importante. Essa forma de estimativa é empregada em nações onde o sistema de climatização das paredes tem o custo calculado em função do volume a ser climatizado (VALLE, 2006).

2.1.2 Estimativa de custo por área construída

Essa estimativa é recomendada pelo TCU (2013) na fase preliminar do processo licitatório, durante os estudos de viabilidade da obra ou empreendimento. Este, solicita que a área equivalente seja obtida segundo as recomendações da NBR 12.721.

Losso (1995), explica que o custo para essa estimativa é calculado através da equação abaixo:

Equação 1 - Custo Total.

$$\text{Custo total} = \text{custo/m}^2 \times \text{área equivalente} \quad \text{Eq (1)}$$

Fonte: Losso (1995, p.50).

Tem-se:

- Custo/m^2 = custo do metro quadrado da construção.
- Área equivalente = soma das áreas equivalentes da construção conforme orienta a NBR 12.721.

2.1.3 Estimativa do método das etapas por percentuais

Uma de suas principais desvantagens desse método é a necessidade de utilização de obras de mesma tipologia da que se quer estimar os custos (LOSSO, 1995).

Valle (2006), cita que é necessário reforço de um método auxiliar para determinar o custo de pelo menos uma das etapas da obra, assim, as demais etapas são obtidas aplicando-se percentuais pré-determinados sobre aquela etapa já calculada.

2.1.4 Estimativa por comparação de projeto

Segundo o Manual do Departamento de Defesa dos Estados Unidos da América (2011), este método é utilizado quando tem-se disponível um reduzido número de informações referentes ao produto. O método ampara-se na comparação através de informações históricas referentes a custos de projetos anteriores, sendo estes, semelhantes dentro de uma determinada região geográfica.

Como exemplo, o manual cita a aplicação para estimativas de custos de leitos de hospitais e vagas de estacionamento. O método classifica-se como preliminar, com precisão entre -25% a + 40%.

2.1.5 Estimativa por metro quadrado

O método é classificado como preliminar a intermediário, utiliza-se de base de dados históricos, aplicado na fase de concepção do projeto do produto, mostra-se satisfatório em relação à precisão obtida nas estimativas, salienta-se que para tal resultado o projeto do produto deve ter sido desenvolvido de forma satisfatória possibilitando a mensurabilidade das áreas e volumes dos espaços (MANUAL DO DEPARTAMENTO DE DEFESA DOS ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA, 2011).

O método combinado com outros métodos amparados na modelagem através da estatística paramétrica proporciona também a estimação de custos unitários (MANUAL DO DEPARTAMENTO DE DEFESA DOS ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA, 2011).

O método permite a identificação de espaços físicos chaves no impacto de custos do produto, facilitando os reajustes, já que é feita por tipologia de espaços. Apresenta precisão na ordem de -15% a + 25%.

2.1.6 Estimativa da quantidade a ser tomada (QTO)

O Manual do Departamento de Defesa dos Estados Unidos da América (2011), apresenta a Quantity Take Off (QTO), a mesma é uma estimativa que consiste em dividir os pacotes de trabalho em pequenos fragmentos, tendo como meta chegar ao “preço unitário” estabelecido para cada fração. Após esse procedimento o preço unitário é multiplicado pelo quantitativo, gerando o custo.

Como exemplo, o Manual relata o custo para execução de uma parede de alvenaria, o mesmo é definido com alto índice de precisão, devido ao fato de conhecer-se o número de tijolos necessários para a execução da parede, contando que o método estima outros custos, como exemplo, o custo da logística para a chegada desse insumo no local, armazenagem dos mesmos, corte, limpeza e assentamento.

A precisão do método é vulnerável, podendo ser prejudicada por consequências de forças de oferta e demanda do mercado (MANUAL DO DEPARTAMENTO DE DEFESA DOS ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA, 2011).

O método oferece a estimativa mais exata quando comparado aos outros métodos mencionados anteriormente, com maior desempenho de precisão, na ordem de -7,5% e + 10%.

2.1.7 Estimativa Paramétrica de Custos

Segundo o Manual do Departamento de Defesa dos Estados Unidos da América (2011), a estimativa paramétrica de custos é uma modalidade de estimativa classificada de nível intermediário, executada quando os projetos estão completos na ordem de 10% a 35%. Podem ser utilizadas também com os projetos finalizados onde o número de informações é maior, podendo ser aplicadas em modelagens para banco de dados de históricos de obras e empreendimento.

O manual cita que os custos paramétricos são instituídos através de agrupamentos de serviços. O método estima os preços de todos os serviços que compõem o grupo de macro serviços, aplicando valores estipulados, oriundos do conjunto de base de dados. Os dados formam a base histórica do produto, segundo o manual as estimativas paramétricas possuem precisão na ordem de -10% a + 15%.

Os autores Arioli e Masi (2002) apud Watson e Kwak (2004), citam que a precisão esperada em estimativas para previsão de custos de contingência na área de riscos em projetos da Construção Civil encontra-se na ordem de -30% a + 50%. Ou seja, a Estimativa Paramétrica mostra-se como uma opção para custos de contingência.

Watson e Kwak (2004), relatam a origem da estimativa, que ocorre na Força Aérea Americana, durante a segunda guerra mundial, a metodologia foi utilizada para estimar os custos de aviões, levando-se em consideração a velocidade, o alcance e a altitude atingida pelas aeronaves.

Os autores citados, relatam que a partir de 1950, o Ministério da Defesa dos Estados Unidos da América implanta o uso da metodologia para estimar também os custos de seus programas militares.

No ano de 1975 a empresa RCA lança um modelo para comercialização, utilizado para estimar o custos de hardwares, levando-se em consideração o peso, tamanho, embalagem e programação. Em 1994, a direção da indústria da iniciativa da estimativa paramétrica determina maneiras de aumentar o uso e propagação dos métodos de estimativas paramétricas, desenvolvendo e publicando o Parametric Cost Estimating Handbook (WATSON E KWAK, 2004).

A estimativa paramétrica, é a modelagem que utiliza-se de parâmetros, utilizada para prever os custos na construção civil, através de dados oriundos de projetos anteriores (SONMEZ, 2008; HYUN JI; PARK; SOO LEE, 2010).

Cerea e Premoli (2010), apresentam que a estimativa paramétrica ou a modelagem paramétrica, expressa-se através de uma função analítica inserida em um conjunto de variáveis.

Watson e Kwak (2004), afirmam que as características do projeto podem viabilizar a aplicação de um algoritmo que determina a aproximação de custo, onde as características podem ser: atributos físicos ou especificações de desempenho. Os autores mencionam que os resultados são escalonáveis dentro de um banco de dados de projetos semelhantes, onde as relações tendem a apresentar um comportamento linear.

O modelo paramétrico é o método mais recomendado para estimativas de custos nas fases iniciais dos empreendimentos (HYUN JI; PARK; SOO LEE (2010).

No Brasil, pesquisas utilizando a modelagem paramétrica ocorrem deste o final dos anos 80, englobando estudos de estimativas para edifícios residenciais, comerciais, corporativos, redes de esgoto e demais tipos de empreendimentos.

Marchiori (2009), argumenta que a estimativa paramétrica é possível de ser realizada desde que atrelada a bases de dados, sendo ela trabalhada via métodos estatísticos, que resultam em modelos de comportamento de custos, passíveis de serem aplicados a obras a serem executadas.

Cerea e Premoli (2010), reforçam que a metodologia é muito utilizada em projetos complexos, apresentando-se eficaz na fase de identificação preliminar, onde os principais fatores de custos são passíveis de serem detectados.

O método é possível de ser efetivado quando dispõem-se de um banco de dados de onde derivem as principais características do produto, como por exemplo, cita-se o desempenho, as propriedades em relação à forma e aos materiais empregados (CEREA E PREMOLI, 2010).

As características ou valores que não são influentes devem ser descartados, tomando-se cuidado para justificar o motivo da exclusão (CEREA E PREMOLI, 2010).

Al Hassan, Ross, Kirkham (2006) apud Marchiori (2009), executaram uma pesquisa para diagnóstico do comportamento dos contratantes de obras quanto às estimativa de custos, a descoberta foi que 50% da amostra da população entrevistada não exploravam os dados

históricos das obras executadas, alegando que os dados não estavam devidamente organizados e que cada obra ou projeto era peculiar.

Valendo-se da explanação de Al Hassan, Ross, Kirkham (2006), evidencia-se no tema em estudo que existe um arsenal com um potencial considerável de informações acondicionadas, estando estas, estagnadas nos setores de obras públicas de muitos órgãos públicos no Brasil.

No que se trata as formas das edificações, Parisotto (2003), argumenta que as decisões arquitetônicas envolvem diversos aspectos, como estética, funcionalidade, durabilidade, conforto ambiental, técnicas construtivas e a forma geométrica, e que todos esses aspectos possuem um fator comum a todas as decisões: o custo.

Martins, Jungles e de Oliveira (2010), contextualizam que é iminente a necessidade dos desenvolvedores dos produtos a utilização de modelos e ferramentas que fornecem informações e opções de controle das variáveis que interferem no desenvolvimento do produto, prática comum aos outros setores da indústria que possuem o foco no custo do produto em sua fase inicial.

Parisotto (2004), manifesta que as estimativas de custos com ênfase em análise das características geométricas pedem informações menos complexas, ou seja, aquelas acessíveis nas fases iniciais do projeto.

Mascaró (1985), o precursor dessa análise no Brasil, cita que sob a ótica da análise geométrica, o edifício se comporta como um plano, constituído de conjuntos de planos, sendo estes horizontais em intersecção com conjuntos verticais, formando os espaços projetados.

Mesmo com quantidade enorme de materiais, processos e profissionais envolvidos em uma obra ou empreendimento, são características dos produtos da construção civil a possibilidade de classificação em tipologias, através de determinados índices que representam de forma satisfatória as distribuições geométricas e os principais elementos funcionais (LOSSO, 1995).




Quanto às formas geométricas quanto maior o volume contido no interior de uma superfície menor serão seus custos, devido a essa análise, conclui-se que a esfera, o cilindro e o cubo apresentam vantagens (MASCARÓ, 1985).

Devido aos aspectos de execução, deve haver ponderações no processo de projeto quanto às observações anteriores, sobre as formas geométricas é fato que a medida que ocorre o afastamento das formas básicas, as relações entre as superfícies exteriores e os volumes aumentam, desta forma, elevam-se os custos do conjunto (MASCARÓ, 1985).

O custo dos espaços projetados depende das soluções referentes as formas adotadas para a edificação, como área, altura do pé direito, padrão de acabamento, número de pavimentos, e outros critérios (MASCARÓ, 1985).

Para analisar as relações entre as paredes que envolvem a edificação e a sua superfície, o estudo do índice de compacidade mostra-se eficaz, o mesmo é definido como a relação percentual entre o perímetro de um círculo de igual área do projeto e o perímetro que circunscreve as paredes externas do projeto (KOZA; SOUZA; KATO, 2010).

Figura 1. Variação do custo em função do Índice de Compacidade.

<i>Forma da Planta</i>	<i>Superfície da Planta (índice)</i>	<i>Índice de Compacidade (I_c)</i>	<i>Variações de Custo (%)</i>
	100	88,5%	100
	100	49,2%	114
	100	34,0%	124

Fonte: Adaptado de Mascaró (1985, p.16).

Como verifica-se na figura 1, quanto mais próximo de 100% é o índice resultante, menor será o custo da edificação.

Para análise das distribuições dos custos, segundo os planos horizontais e verticais e as instalações, apresenta-se as conclusões contextualizadas por Mascaró no quadro 1 abaixo:

Quadro 1. Composição de custo total de um edifício

Classificação do elemento	Composição	Participação (%)
Elementos que formam os planos horizontais.	Parte horizontal da estrutura e das fundações, telhado, pisos e parte horizontal do revestimento e da pintura.	29,79

Continua

Continuação

Elementos que formam os planos verticais.	Parte vertical da estrutura e das fundações, alvenarias, aberturas, revestimentos interno e externo, parte vertical da pintura.	41,37
Instalações – custos independentes das dimensões	Elétrica, telefônica, hidráulica, gás, louças e metais e elevador.	23,74
Canteiro de obra	-	5,09

Fonte: Mascaró (1985, p.8).

O valor de 41,37% nos planos verticais podem sofrer mudanças de acordo com os materiais e técnicas construtivas, tamanho dos compartimentos, forma, ou seja, de acordo com o grau de compacidade (MASCARÓ, 1985).

O autor cita um exemplo simples e de fácil entendimento:

Utilizando uma superfície quadrada com as seguintes dimensões: 1,0 m x 1,0 m, sendo sua área 1,0 m², seu perímetro então é 4,0 m. Simulando uma diminuição de 10% na área o resultado seria 0,90 m², o perímetro seria 3,80 m e a diminuição do mesmo 5%.

Com redução de 10% na área, o impacto nos custos são:

- Na porcentagem de 30% dos custos dos planos horizontais, com 10% a menos de área, a redução de custos seria de 3%.
- Na porcentagem de 40% referente aos planos verticais, com diminuição de 5% do perímetro, a redução de custos seria de 2%.
- Os demais itens (seriam os equipamentos pertencentes à edificação) sob a análise de custos e sob a ótica da análise geométrica não dependem da superfície.

Os autores Bressiani, Parisotto e Heineck (2004), produziram um panorama sobre o que foi pesquisado e gerado até o ano de 2004 no Brasil, no que concerne à análise das variáveis geométricas e a utilização das mesmas nas estimativas preliminares de custos. O panorama possui equações e índices gerados por vários autores, nas referências bibliográficas deste trabalho está elencado esse artigo para consulta.

Os autores mostram que os resultados encontrados durante uma simulação utilizando-se de uma obra fictícia com 519,40 m² de área útil no pavimento tipo, exibiu bom desempenho, ou seja, demonstrou boas

correlações. Citam que a padronização das tipologias utilizadas e a padronização da própria metodologia poderia resultar indicadores mais eficientes.

Durante o desenvolvimento da pesquisa outros conceitos relativos a Estimativa Paramétrica são apresentados, sendo correlacionados com o objeto de análise: Prisões Juvenis.

2.2 Análise estatística

Barbeta, Reis e Bornia (2010), recomendam que antes do início dos tratamentos estatísticos a análise exploratória mostra-se indispensável para o conjunto de dados.

Montgomery (2009), salienta que o uso da Regressão Linear Múltipla é recomendada quando o estudo apresenta situações que apresentam mais de um regressor.

Mirshawka (1983), explica que para escolher a Regressão Linear Múltipla, a qual utiliza mais de uma variável independente, a opção deve justificar-se estatisticamente. O método pode ser utilizado para uma única variável independente, neste caso, o modelo representa de forma satisfatória e melhor ajustada os intervalos das variáveis envolvidas: a dependente e a independente (MIRSHAWKA, 1983).

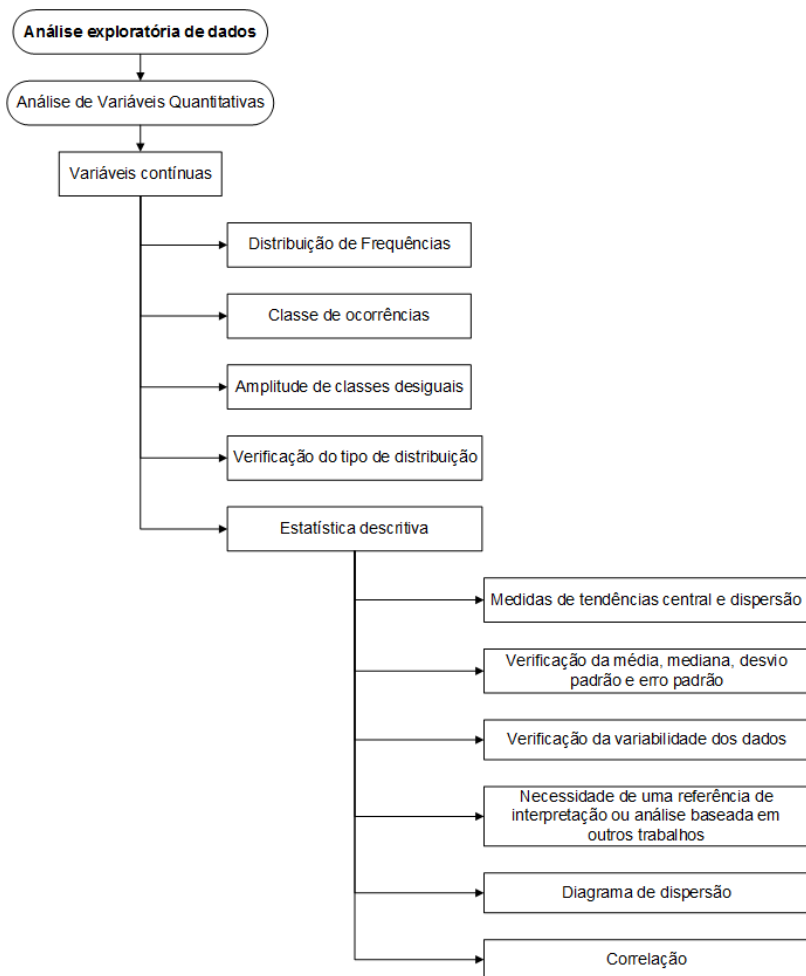
A complexidade aumenta na Regressão Linear Múltipla, bem como os testes para verificações e ajustes dos modelos, mas evidencia-se a geração de modelos mais representativos (MIRSHAWKA, 1983).

Análise Exploratória dos dados

A análise exploratória dos dados vai além das descrições básicas dos mesmos, com ela é possível reconhecer as características dos processos, de acordo com os dados disponibilizados (BARBETA; REIS; BORNIA, 2010).

Barbeta, Reis e Bornia (2010), citam que a busca é por relacionamentos não triviais, estes, que não estão presentes no banco de dados de forma explícita. No desenvolvimento da pesquisa, como verifica-se na metodologia, esses conceitos foram empregados.

Figura 2. Análise exploratória dos dados



Fonte: Autora (2016), adaptado de Ogliari (2004).

A figura 2, elenca as fases da análise exploratória de dados, o fluxograma foi utilizado para os dados retirados das amostras, estes foram organizados em planilhas, sendo submetidos a análise exploratória de dados e suas etapas, estas, que são explicadas durante o desenvolvimento da pesquisa.

Outliers ou extremes

Montgomery (2009), apresenta os outliers como valores atípicos, podem ter origem na transcrição dos dados, ou origem em equívocos durante a amostragem.

Ogliari (2004), exhibe a sistemática de obtenção destes valores através de uma ferramenta visual, gráfico denominado *Box Plot*.

Desvio padrão e coeficiente de variação

Downing e Clark (2006), salientam que a variância não é uma medida de dispersão fácil de ser interpretada, pois ela é uma medida elevada ao quadrado da unidade de medida em estudo, devido a este motivo, recomenda-se a utilização do desvio padrão. Os mesmos autores indicam o uso do coeficiente de variação em seguida, para descoberta da dimensão da dispersão dos dados.

Segundo Parisotto (2003) e Otero (2000), os dados das pesquisas desenvolvidas sobre estimativas de custos desenvolvidas através das características geométricas apresentaram níveis de incerteza para cada uma das relações paramétricas de custos, sendo necessária a medição do grau de dispersão para cada destas relações, os autores recomendam a utilização do desvio padrão (S) e o coeficiente de variação (CV), conforme as equações abaixo:

Equação 4 – Desvio Padrão

$$S = \sqrt{\frac{\sum (X_j - X_m)^2}{n-1}}$$

Onde:

X_j = Valor de cada dado da amostra

X_m = Valor médio da variável para aquela amostra

n = Número de dados da amostra

Equação 3 – Coeficiente de variação

$$CV = \frac{S}{X_m} \times 100 \quad \text{Eq (3)}$$

Onde:

CV = Coeficiente de variação

S = Desvio padrão

X_m = Valor médio da variável para aquela amostra

Erro padrão

Otero (2000), explana que o erro padrão aplicado na estimativa paramétrica é medido através da relação de Y em função de X, quando o valor apresenta-se pequeno a estimativa tende a apresentar bons resultados.

O erro padrão está relacionado ao desvio padrão, ambos são as médias quadráticas das diferenças entre uma variável de um conjunto de dados e o valor médio, o mesmo, mostra a medida que indica a diferença da observação média dos dados de uma amostra (VALLE, 2006).

Correlação linear

Barbeta, Reis e Bornia (2010), apresentam que a correlação é a medida do grau de relação entre as variáveis, medida através de “r”, sendo este o coeficiente de correlação de Pearson. O “r” fornece um número e através deste valor verifica-se o grau de relação entre as variáveis.

O coeficiente de correlação linear mede a quantidade de dispersão em torno da equação linear ajustada através do método dos mínimos quadrados. Assim, ele expressa o grau de relação das variáveis entre si, como explica Hochheim (2005) apud Valle (2006).

Valle (2006), menciona que se as variáveis se correlacionam e apresentam relação de causa e efeito, pode-se prever o comportamento da variável dependente em função da variável independente.

Barbeta, Reis e Bornia (2010), advertem cuidados na interpretação da correlação, ela pode apresentar força mas não existir necessariamente a indicação de causa e efeito. Os autores indicam a correlação para trabalhar em termos exploratórios, como uma ferramenta auxiliar na análise do problema em observação, classificando-se como etapa intermediária na análise.

Barbeta, Reis e Bornia (2010), alertam que o coeficiente de correlação não depende da unidade de medida dos dados, durante a análise de correlação as unidades de medida não devem ser analisadas ou consideradas, o valor de r é uma medida adimensional, que obedece a uma escala que mede a ‘força’ ou ‘proximidade’ entre as variáveis, como pode-se constatar no quadro 3:

Quadro 2. Correlação.

Valor r	Relação Linear
0 (zero)	Nula
Entre 0,00 e 0,30	Fraca
Entre 0,30 e 0,60	Média
Entre 0,60 e 0,90	Forte
Entre 0,90 e 0,99	Fortíssima
1 (um)	Perfeita

Fonte: Hochheim (2005) apud Valle (2006, p.38).

O quadro 2, informa como se dá a leitura das correlações, ater-se para as correlações média, forte e fortíssima que indicam medida de força evidente.

Coefficiente de determinação

Durante a modelagem com equações utilizando a regressão linear entre duas variáveis, a dependente e a independente, é necessário verificar as discrepâncias entre os valores reais e estimados, para que desta forma, seja possível a definição do erro da estimativa, para essa verificação utiliza-se o coeficiente de determinação R^2 (PARISOTTO, 2003). O R^2 é utilizado para verificar a adequação do modelo (MONTGOMERY, 2009).

Barbeta, Reis e Bornia (2010), explicam de forma objetiva e simples a interpretação do coeficiente de determinação, por exemplo, foi obtido um R^2 no valor de 0,93, significa desta forma, que 93% da variação em análise pode ser explicada através de uma relação linear envolvendo as outras variáveis (X_1 , X_2 e $X_3...X_n$, por exemplo).

NASA (2015), recomenda como aceitável para estimativas de custos coeficiente R^2 na ordem de 0,80 ou superior. Cuidados devem ser tomados na busca de aumentar o valor de R^2 , na busca de melhor ajuste do modelo, um modelo com R^2 superior com essa adição pode não apresentar melhor desempenho que o modelo anterior (MONTGOMERY, 2009).

Análise dos resíduos

Os resíduos são apresentados em diagramas de dispersão apresentando as variáveis independentes e seus respectivos valores preditos, os quais, refletem a combinação linear entre as variáveis independentes (BARBETA; REIS; BORNIA, 2010).

Ogliari (2004) define a análise de resíduos como direcionada para a variável dependente (direcionador, no vocabulário da estimativa paramétrica), o procedimento permite verificar se o modelo está ajustado e mostra-se compatível com os dados.

Segundo o autor acima os resíduos apresentam a disparidade entre os valores observados e os valores estimados pelo modelo, os mesmos podem ser representados pela seguinte equação:

Equação 5 – Resíduos

$$e_i = y_i - \bar{y}_i \quad \text{Eq (5)}$$

Fonte: Ogliari (2004, p.67)

Sendo:

e_1 = Resíduo da i – ésima observação;

y_i = Valor observado da variável resposta da i – ésima observação;

\bar{y}_i = Valor estimado da variável resposta da i – ésima observação.

Análise de variância

Segundo Barbeta, Reis e Bornia (2010), a análise de variância é um teste de hipótese para verificar se os grupos pré-determinados possuem a mesma variância, o resultado deste teste é resumido em uma tabela denominada ANOVA, nesta tabela, é feita a análise das somas dos quadrados, os graus de liberdade, a variância do quadrado médio e a razão F. A tabela da ANOVA exibe a soma dos quadrados dos desvios, os graus de liberdade, a estatística F e o valor de p.

Barbeta, Reis e Bornia (2010), recomendam a verificação através da ANOVA após a realização da estatística de regressão, além da verificação do R^2 , verificando os resíduos oriundos do modelo, para verificação do modelo no que concerne ao poder de explicação das variáveis independentes sobre a variável dependente.

Regressão linear múltipla

Downing e Clark (2006), mencionam que a variável dependente pode ser afetada por mais de uma variável independente e que neste caso deve-se aplicar a Regressão Linear Múltipla.

Na análise de regressão múltipla o objetivo é a construção de um modelo estatístico matemático para estudo das relações entre as variáveis independentes e a dependente, partindo-se deste modelo, sabe-se a influência que cada variável independente tem em relação a dependente ou mesmo independentes, quando mais de uma variável em análise (BARBETTA; REIS; BORNIA, 2010).

Barbeta, Reis e Bornia (2010, p. 347) descrevem que “A análise de regressão múltipla parte de um conjunto de observações $(X_{11}, X_{21}, \dots, X_{k1}, Y_1), (X_{12}, X_{22}, \dots, X_{k2}, Y_2), \dots, (X_{1n}, X_{2n}, \dots, X_{kn})$ relativas às variáveis X_1, \dots, X_K e Y . Mencionam que uma observação Y depende, em parte, dos correspondentes valores de X_1, X_2, \dots, X_k e de uma infinidade de outros fatores, representados pelo termo erro, \mathcal{E} . Mais especificamente, supõem o seguinte modelo de observações:

$$Y = \alpha + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \dots + \beta_k X_{ki} + \mathcal{E}_i \quad (i=1, 2, \dots, n)$$

Durante a regressão a atenção do estimador deve ser redobrada quanto ao comportamento dos modelos. Sonmez (2008), alerta para a verificação da colinearidade durante a regressão, esta, que caracteriza-se como o alto índice de correlação entre uma das variáveis independentes com as variáveis independentes. A autora recomenda a verificação após a modelagem para detecção deste comportamento.

Direcionadores de custos

Valle (2006), salienta que nas relações paramétricas, o custo estimado de um item ou atividade se dá em função de uma ou mais variáveis independentes, e que estas variáveis são os direcionadores de custos, os quais podem caracterizar-se como horas homem, por exemplo.

Já Hamaker (1995) apud Watson e Kwak (2004), afirma que a maioria das estimativas são de natureza linear, possuindo uma única variável independente associada com um custo, raros são os pontos de inflexão e relata que alterações nos custos podem ser associados a uma curva de aprendizagem que é calculada separadamente.

As relações paramétricas podem ser referentes às características ou referentes às propriedades do produto (VALLE, 2006). Podem relacionar inclusive custos com os custos (DEPARTAMENTO DE DEFESA DOS ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA, 2011).

Relações paramétricas

Segundo Valle (2006), em ordem crescente de complexidade tem-se: fator, razão, métodos gráficos, análises de regressão linear simples, e análise de regressão linear múltipla.

Otero (2000), cita que existem três comportamentos quanto ao uso das relações paramétricas para estimativas de custos de serviços:

- Serviços que apresentam correlação forte entre o direcionador e os custos do serviço;
- Serviços que apresentam tendências ambíguas durante a regressão;
- E os serviços que apresentam R^2 inferior a 80%.

Sendo:

R^2 = coeficiente de determinação ajustado.

O Departamento de Defesa dos Estados Unidos da América (2011), cita que valores altos de R^2 , na ordem acima de 80%, revelam-se como bons indicadores de representatividade das equações.

Modelagem matemática

A modelagem paramétrica desenvolve-se através da Regressão Linear Múltipla. Barbeta, Reis e Bornia (2010), citam que na construção de modelos estatísticos matemáticos desta ordem, a variável Y depende de uma, duas ou mais variáveis independentes ($X_1 ; X_2 ; X_3$).

Os autores recomendam que conhecer a influência das variáveis independentes, como prever a dependente em função do conhecimento das variáveis independentes é uma das propostas da modelagem.

Os dados caracterizados como dados espúrios devem ser identificados e organizados, a exclusão dos mesmos da amostra deve justificar-se estatisticamente, para evitar distorções nos resultados.

2.4 Simulação de Monte Carlo

A simulação tem como objetivo representar um sistema real, considerações podem ser realizadas sem a necessidade de modificações no sistema em análise (OLIVEIRA, 2008). Naylor et al (1971) apud Gavira (2003), citam que o estabelecimento dos objetivos da simulação é primordial e os menciona, como verificar as questões a serem decifradas, quais as hipóteses a serem investigadas e os efeitos a serem estimados.

Em 1946, Stanislaw Ulam, que tinha como profissão a matemática tentou calcular as probabilidades de sucesso das jogadas de um jogo de paciência através da clássica análise combinatória (PUCRIO, 2012).

Depois de demandar considerável tempo efetuando os cálculos o matemático verificou que seria mais prático e rápido realizar inúmeras jogadas e a partir disso contar quando o resultado esperado acontecia (PUCRIO, 2012). Nascia o Método de Monte Carlo, nome inspirado em um tio do matemático que frequentava o Cassino Monte Carlo, o nome também faz jus ao método, já que nos cassinos as roletas possuem comportamento aleatório (PUCRIO, 2012).

A simulação de Monte Carlo tem como objetivo a concepção de números aleatórios, estes, que estão associados a distribuições de probabilidades anteriormente definidas (OLIVEIRA, 2008).

Segundo Di Bernardi (2002), o Método de Monte Carlo é conveniente e está com seu uso em ascensão para problemas que envolvem simulações comuns, como também para simulações de especificidade econômica. Gavira (2003), relata que o método possibilita a resolução de problemas não probabilísticos com o uso da simulação via processo estocástico.

2.5 Obras Públicas no Brasil

Obras públicas são todas as construções, reformas, fabricação, recuperação ou ampliação, realizada por execução direta ou indireta (Art. 6º, inciso I da Lei nº 8.666/1993). Edificações, equipamentos urbanos, obras de arte especiais, obras viárias e ferroviárias, portos marítimos e fluviais, aeroportos, usinas geradoras de energia, aterros sanitários, canais, estações de tratamento de água e esgoto e entre outros empreendimentos patrocinados pela administração pública fazem parte desse elenco, possuem variadas destinações, como social, administrativa, econômica, logística e tecnológica.

O gerenciamento de custos de obras públicas abrange todas as atividades que garantem que os empreendimentos sejam concluídos dentro dos orçamentos estipulados (TCU, 2006).

As estimativas de custos, orçamentos para seguir para processo licitatório, bem como a contratação em si, adjudicação da empresa vencedora e demais trâmites contratuais e pós-contratuais dessas obras ou empreendimentos se submetem diretamente ao cumprimento da Lei 8666/1993 em conjunto com demais regulamentações, decretos e recomendações técnicas e administrativas de órgãos de fiscalização

externa a nível estadual ou a nível federal, quando as obras são subsidiadas pela União.

Nas obras públicas o orçamento detalhado que integra o Projeto Básico ou o Projeto Executivo é o documento onde os custos são materializados durante o processo licitatório.

O sistema de custeio das Obras Públicas materializa-se frequentemente no orçamento detalhado, para explanação do termo utiliza-se da definição de Hashimoto (2009), onde o autor apresenta o sistema de custeio com a meta de apresentação dos custos que fazem parte do produto ou serviço. Kern (2005, p.53) reconhece que “Na construção civil, o sistema de custeio tem como produto final o orçamento da obra, que normalmente é produzido nas primeiras fases do empreendimento”.

2.6 Sistema Socioeducativo no Brasil

Antes da criação do Estatuto da Criança e do Adolescente (ECA) não existia nenhuma distinção entre crianças carentes e crianças e adolescentes autores de atos infracionais (FUNDAÇÃO CASA, 2010).

Predominava nesse período a chamada Doutrina da Situação Irregular, onde crianças e adolescentes não tinham os direitos reconhecidos nem assegurados e o atendimento acontecia em abrigos e internatos, não existindo preocupação por parte do estado no que concerne o desenvolvimento intelectual, social e psicológico dessa população (FUNDAÇÃO CASA, 2010).

Com o surgimento do ECA nos anos 1990, nasce a Doutrina da Proteção Integral (FUNDAÇÃO CASA, 2010). A partir desse momento as crianças e adolescentes passam a ter os direitos assegurados, declarados como prioridade legal. Antes do surgimento do estatuto o Brasil passou por várias etapas e mudanças que no que se refere à evolução das políticas de atendimento para esse público.

O primeiro projeto visando à proteção da infância foi enviado à Assembleia Constituinte por José Bonifácio de Carvalho, no século 19, e passou a ser representado no Artigo 18 da Constituição, na qual se estabelecia que: “a escrava, durante a ‘prenhez’ e passado o terceiro mês, não será obrigada a serviços violentos e aturados; no oitavo mês, só será ocupada em casa, depois do parto terá um mês de convalescença e, passado este, durante um ano, não trabalhará longe da cria” (FUNDAÇÃO CASA, 2010).

No ano de 1871, com a proclamação da Lei do Ventre Livre, fica evidente o problema do jovem abandonado, com o evidente problema

social o governo da época concebe o primeiro sistema de atendimento destinado a criança e ao adolescente (FUNDAÇÃO CASA, 2010).

A abolição da escravidão no ano de 1888 gera assustador crescimento do número de abandonados e menores infratores. O jurista Candido Mota no ano de 1894 propõe para a problemática a concepção de uma instituição específica para abrigar essa população que era mantida em prisões comuns (FUNDAÇÃO CASA, 2010).

2.7 Sistema Socioeducativo no Estado de São Paulo

O primeiro educandário no estado de São Paulo chamou-se a Casa dos Expostos instalado na Chácara Wanderley, no ano de 1897 no bairro do Pacaembu na cidade São Paulo/SP, o primeiro administrador deste local foi o Major Domingos Sertório, a edificação foi ampliada na gestão de Sampaio Viana, que ficou no cargo da instituição do ano de 1902 até 1935 (FUNDAÇÃO CASA, 2010).

A instituição passou a ser conhecida como Asilo Sampaio Viana depois do falecimento deste administrador. Mais tarde com a ampliação do programa assistencial mudou de nome novamente designando-se como Educandário Sampaio Viana (FUNDAÇÃO CASA, 2010).

Muda de nome pela quarta vez chamando-se da Casa da Criança do Serviço Social de Menores, passando-se por nova mudança chamando-se mais tarde de Unidade de Triagem Sampaio Viana, prestando assistência e dando abrigo para crianças com idade máxima de 6 anos e 11 meses (FUNDAÇÃO CASA, 2010).

Com o surgimento da República no Brasil, o Estado de São Paulo volta-se para a problemática dos jovens abandonados, cria-se então o Fundo de Assistência ao Menor (FUNDAÇÃO CASA, 2010).

Em dezembro de 1964, é instituída a Fundação Nacional do Bem-Estar do Menor- Funabem, à qual foi delegada pelo Governo Federal a implantação da Política Nacional do Bem-Estar do Menor, cujo objetivo foi coordenar as entidades Estaduais de proteção às crianças e aos adolescentes (FUNDAÇÃO CASA, 2010).

Com o decreto de 29 de dezembro de 1967, que veio a criar a Secretaria da Promoção Social do Estado de São Paulo, o Serviço Social de Menores foi totalmente transferido para essa Secretaria. Pouco mais de um ano depois, outro decreto fixou a estrutura da Secretaria da Promoção Social e criou a Coordenadoria dos Estabelecimentos Sociais do Estado (CESE), à qual ficou subordinado o atendimento ao jovem (FUNDAÇÃO CASA, 2010).

Além de administrar unidades destinadas a crianças e adolescentes, a CESE também atendia famílias carentes, mendigos, migrantes e alcoólatras, entre outros, o que acarretou sobrecarga na Coordenadoria e levou à criação da Fundação Paulista de Promoção Social do Menor (Pró Menor), em 1974 (FUNDAÇÃO CASA, 2010).

Na Fundação Pró Menor foram agrupadas todas as unidades de atendimento destinadas a jovens e crianças. Entre essas unidades, a Chácara Morgado Mateus estava elencada, esta, que desde o ano de 1910 atendeu crianças carentes, mais tarde deu-se a construção do Complexo do Tatuapé, ambo desativado em outubro do ano de 2007 (FUNDAÇÃO CASA, 2010).

Segundo a Fundação Casa (2010), no ano de 1976, a Secretaria de Promoção Social mudou o nome da Fundação Pró-Menor para Fundação Estadual do Bem-Estar do Menor (Febem/SP), para se adaptar à política federal para a área do menor (chamada de Funabem).

A Febem, nome pelo qual a instituição ficou mais conhecida deixa de atender adolescentes carentes no início dos anos 90, devido ao surgimento do ECA. Ficou então a cargo da Febem o atendimento dos menores infratores (FUNDAÇÃO CASA, 2010).

Na época, o atendimento aos jovens era centralizado na capital do Estado de São Paulo, isso mudou no ano de 1998, com o programa de descentralização lançado pelo então governador Mário Covas. Em 2006 deu-se início nas construções de novas unidades de internação no interior do estado (FUNDAÇÃO CASA, 2010).

Iniciou-se uma nova história para instituição, reforçada com a criação da atual Fundação Casa, através da lei sancionada em 22 de dezembro de 2006, pelo então governador do Estado de São Paulo Cláudio Lembo (FUNDAÇÃO CASA, 2010).

À 10 anos, em 2006 o sistema socioeducativo é marcado pela publicação do Sistema Nacional de atendimento Socioeducativo – SINASE, lançado pela Secretaria Especial dos Direitos Humanos da Presidência da República em parceria com o Conselho Nacional Socioeducativo (SINASE, 2012).

O SINASE marca tempos de transformações em todo o país, depois de sua publicação, os estados da federação são obrigados a investirem em políticas socioeducativas, ou seja, inicia a construção de novas unidades de internação em todo o país de acordo com as diretrizes recomendadas.

3 METODO DA PESQUISA

3.1 Introdução

Na parte inicial do trabalho as Unidades de Internação Socioeducativas são apresentadas, nesta etapa do trabalho o desenvolvimento concentra-se na aplicação da Estimativa Paramétrica para esses empreendimentos.

A proposta da trabalho visa a apresentação dos modelos de custos, quantitativos e modelos por localização, mas tem como foco todavia, a exposição sucinta da construção de um banco de dados para a tipologia de edificação estudada.

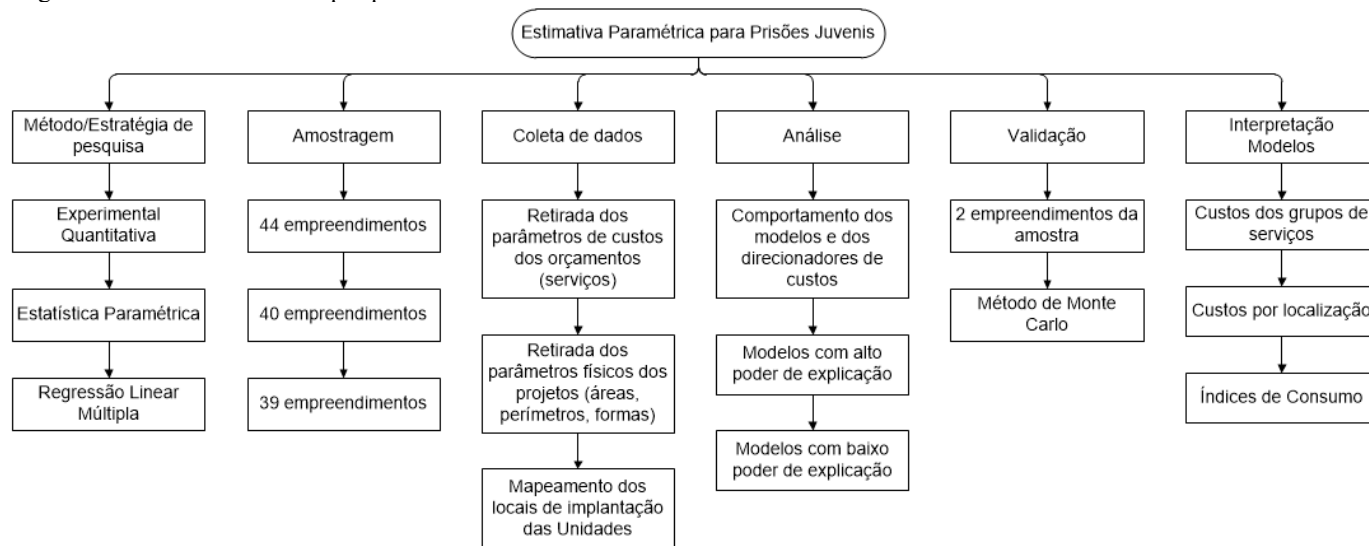
A pesquisa visa elencar recomendações para estimadores, estas, que aplicam-se a objetos de análise semelhantes, por exemplo, centros de detenção provisória, cadeias, unidades de semiliberdade e penitenciárias.

Os projetos possuem características únicas que devem ser consideradas nas estimativa de custos, no entanto, informações relacionadas ao escopo do projeto são as mais prováveis de sofrerem alterações nas fases iniciais, frente a isso, o estimador deve apoiar-se em estratégias, considerando na sua estimativa as informações mínimas do escopo ou preferencialmente as que não sofrem constantes alterações (HYUN JI; PARK; SOO LEE, 2010).

As amostras utilizadas na pesquisa referem-se a trinta e nove (39) Unidades de Internação. Não estão presentes nas amostras as Unidades de Internação de Semiliberdade (destinadas para cumprimentos de medidas em regime semi aberto), por sua vez, estas, possuem diferenças, desde o desempenho de segurança até o layout de projeto.

As mesmas apresentam, ademais, diferente regime de contratação (contratada via reformas de imóveis residenciais que são locados para a finalidade de uso), inviabilizando desta forma, a entrada de amostras de edificações para uso de Semiliberdade na pesquisa.

Figura 3. Desenvolvimento da pesquisa



Fonte: Autora (2016)

O fluxograma acima expõe as atividades da pesquisa em nível macro, durante a exposição do método outros fluxogramas detalham as etapas pormenorizadas. A estratégia de pesquisa resume de forma sintética a classificação da pesquisa, a ferramenta utilizada: Estatística Paramétrica e o Método eleito: Regressão Linear Múltipla.

A Amostragem decresce durante a construção do banco de dados, iniciando em 44 empreendimentos e finalizando em 39 empreendimentos estudados. A coleta de dados é apresentada de forma genérica, sendo explicada no decorrer desta metodologia, onde exemplos de planilhas são expostas com objetivo apresentar as etapas da organização do banco de dados.

A análise dos direcionadores de custos e o modelos de baixo poder de explicação e de alto poder de explicação também é apresentada a nível macro, sendo detalhada nos resultados e nas análises dos modelos.

A validação dos modelos se desenvolve de forma simples retirando-se dois empreendimentos da amostra e também utilizando a Simulação de Monte Carlo.

Ao final, tem-se a interpretação dos modelos gerados, com o levantamento da possibilidade de aplicação dos mesmos em estimativas expedidas.

3.2 Classificação da pesquisa

Utilizando-se dos conceitos de Gil (2002), a pesquisa classifica-se como experimental, com foco na análise do objeto em estudo, selecionando-se as variáveis que intervêm no mesmo e estudando estas interferências.

A metodologia que viabiliza a pesquisa é a Estatística Paramétrica, sua exequibilidade se dá com o Software *Statistica* na versão *Ultimate Academic*. Ogliari (2004), descreve o software como integrado, com capacidade de gerenciar a análise de dados e as bases de dados, caracterizando-se como amplo na seleção do processo analítico, desde os níveis básicos até os níveis avançados.

A análise da pesquisa no que refere a modelagem estatística classifica-se como quantitativa, pois seus resultados são números quantificáveis em certa escala (BARBETA; REIS; BORNIA 2010).

Os dados do trabalho classificam-se como numéricos contínuos, pois assumem valores no intervalo dos números reais.

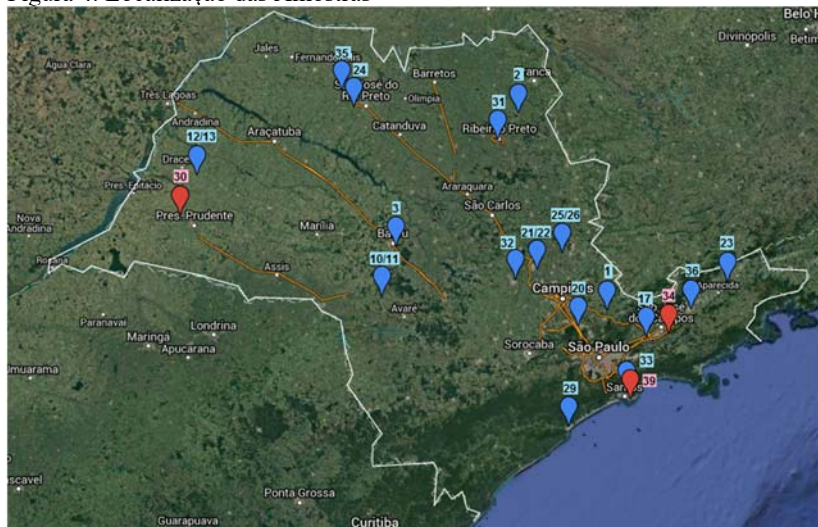
3.3 Coleta das amostras

A coleta das amostras foi realizada no órgão responsável pelo sistema socioeducativo, sendo este, pertencente ao Governo do Estado de São Paulo, as amostras foram coletadas no departamento de engenharia da instituição.

Na figura 4 situam-se as amostras distribuídas no interior do estado de São Paulo. Na figura 5, é apresentada as amostras que foram implantadas na capital e sua região metropolitana.

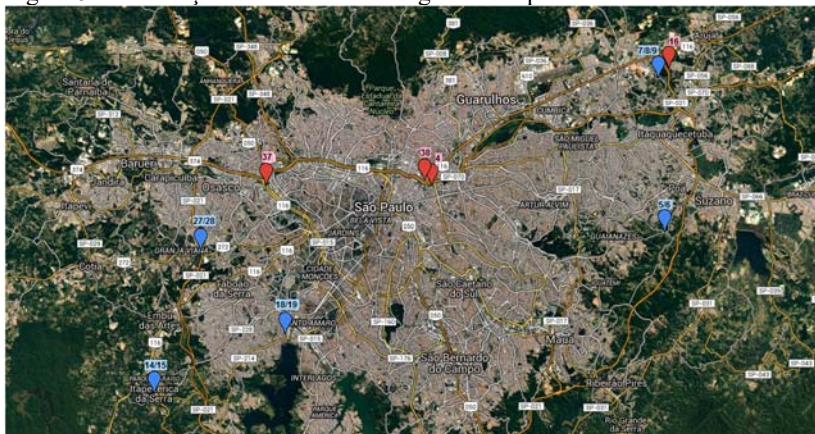
As amostras em azul representam as edificações compactas de menor área e que possuem dois andares. Já as amostras em vermelho representam as unidades de internação térreas, estas que apresentam maior área útil.

Figura 4. Localização das Amostras



Fonte: Autora (2016)

Figura 5. Localização das amostras na região metropolitana de São Paulo



Fonte: Autora (2016)

Legenda:

■ Unidades Térras

■ Unidades Compactas

Os orçamentos detalhados, memoriais descritivos, medições e demais documentação, informações originárias das amostras, formaram a base de dados brutos da pesquisa, estes quando organizados na planilha base em Excel transformaram-se em direcionadores e parâmetros.

As variáveis para o desenvolvimento da análise de custos através da Estatística Paramétrica são construídas e transformam-se em dados, estes são retirados das amostras (empreendimentos e/ou edificações) através de leitura de projetos, desmembramentos de orçamentos, verificação de diários de obra e memoriais descritivos.

Todos os documentos que compõem as amostras foram elaborados pela próprio órgão, este que todavia, mantém as unidades socioeducativas, sendo este também, o responsável pela concepção dos projetos, estimativas, orçamentos, memoriais descritivos, cadernos de encargos e demais documentação técnica que compõem o projeto básico e projeto executivo para seguir para a licitação e contratação dos empreendimentos.

A instituição fornecedora das amostras é responsável também pelo processo licitatório, fiscalização e controle dos empreendimentos, não delegando estas atividades para empresas gerenciadoras.

As trinta e nove (39) Unidades de Internação estudadas na pesquisa foram licitadas, contratadas e executadas a partir do ano de 2006 até o ano de 2015. Reitera-se a não coincidência do corte temporal da coleta de amostras com a data de promulgação do SINASE no Brasil, neste mesmo ano, como apresentado no capítulo 2 item 2.7.

Neste período de 10 anos a gestão da instituição passou por mudanças significativas, que influenciaram diretamente na maneira de projetar suas Unidades, desta forma, o corte temporal na coleta da amostra ocorre entre o ano de 2006 até o ano de 2015. O objetivo do corte na coleta é a de analisar empreendimentos que ainda estão sendo implantados.

No ano de 2006 os projetos (arquitetônicos) passam a atender as necessidades dos múltiplos setores que trabalham nas Unidades de Internação, como exemplo: setor de segurança, pedagógico, saúde, psicossocial e administrativo.

Nasce uma concepção integrada e humanizada dos espaços destinados aos internos que cumprem medidas socioeducativas, havendo mudanças consideráveis nos layouts das edificações, onde os novos projetos diferenciam-se consideravelmente de penitenciárias, centros de detenção provisória e demais instalações penais para o público acima de 21 anos de idade.

Como o trabalho desenvolve-se com foco na análise geométrica, incluir unidades antigas com layouts desiguais que não contemplam a atual política socioeducativa, traria o aumento da amostra com o proporcional aumento da distorção dos resultados, tornando-os inutilizáveis do ponto de vista prático.

3.4 Caracterização das amostras

A amostra classifica-se como selecionada (RODRIGUES, 2008), este tipo de amostra recebe este nome quando a seleção dos dados realiza-se visando-se a análise de determinado perfil ou comportamento, ou seja, existe uma seleção proposital.

O corte temporal na coleta, a partir do ano de 2006 dá-se pela necessidade de trabalhar-se com tipologias que vem sendo construídas dentro das atuais diretrizes do SINASE.

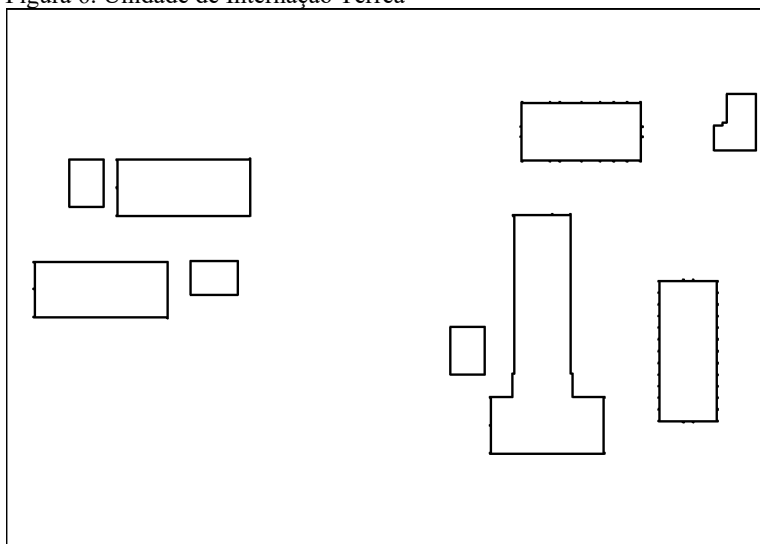
A publicação da lei citada no parágrafo anterior, auxiliou na descentralização das Unidades de Internação para o interior do estado de São Paulo, motivou a diminuição do porte das unidades, com a consequente diminuição de suas capacidades máximas de vagas para internação, contemplando um novo plano de necessidades.

Atualmente no Brasil, devido as diretrizes propostas em 2006, não constroem-se grandes complexos de prisões juvenis, o objetivo é a construção de unidades com menor capacidade de vagas, contemplando um maior número de municípios, favorecendo desta forma, o contato dos internos com as famílias ou parentes, estimulando a manutenção do vínculo parental quando existente e como consequência, essa medida, contribui para a reinserção do jovem a sociedade ao final do cumprimento da medida socioeducativa.

3.5 Caracterização dos empreendimentos da amostra

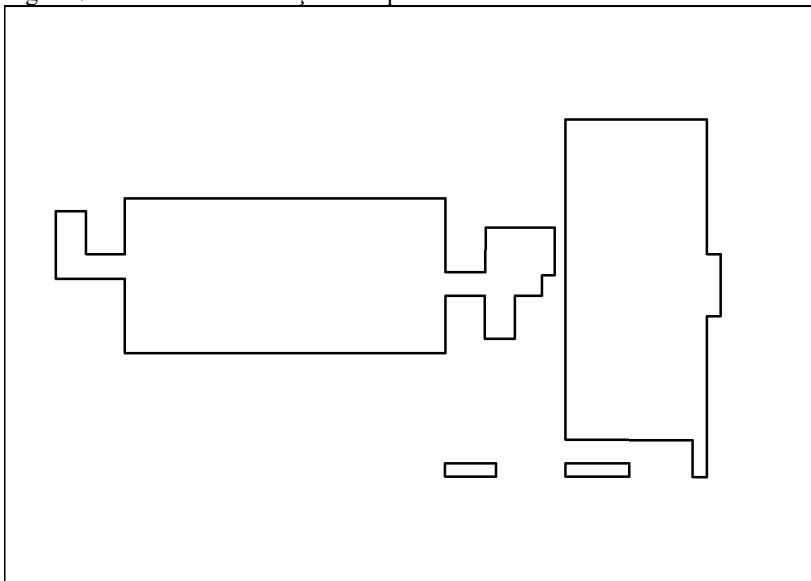
Os dados brutos em forma de orçamentos detalhados e demais documentações relativas a concepção e execução das Unidades de Internação anteriormente citados apresentaram dois tipos de tipologias sob a ótica tecnológica: unidades térreas e edificações compactas de dois andares.

Figura 6. Unidade de Internação Térrea



Fonte: Autora (2016)

Figura 7. Unidade de Internação Compacta



Fonte: Autora (2016)

As unidades compactas contam com poucas diferenças quanto as formas e também quanto a densidade de paredes, mas possuem diferenças de layout nas disposições de salas de aula, sala de saúde, setor administrativo e demais ambientes.

As unidades compactas totalizam 31 das 39 amostras da pesquisa, na figura 7 tem-se em exemplo de Unidade Compacta, onde a esquerda fica a Unidade de Internação (onde os jovens habitam) já a direita temos a administração da unidade em junção com a cozinha, lavanderia e área de serviços. Devido a segurança sobre a exposição dos projetos na íntegra, a compartimentação das edificações não é exposta neste trabalho, bem como a disposição dos muros, muralhas e guaritas.

As unidades térreas, representada por um exemplo na figura 6, possui a distribuição dos espaços de forma distinta, os muros de proteção foram suprimidos do desenho igualmente como na figura 7, por motivo de sigilo do padrão de segurança interno das edificações, as duas formas geométricas a direita acima na figura 6 é a administração da unidade com a cozinha e lavanderia.

As unidades compactas apresentam diferenças no que concerne aos custos da infraestrutura necessária para o funcionamento dessas edificações, como por exemplo: estações de tratamento de esgotos com

capacidades de tratamento distintas em função do número de unidades implantadas, serviços preliminares, fundações, serviços complementares e serviços externos.

Devido esta constatação a amostra contendo 31 edificações desta tipologia apresenta considerável variabilidade de custos quando analisada nos grupos de serviços.

Para esclarecimento das tipologias que compõem a amostra: unidades térreas e unidade compactas, as primeiras, têm preferência de implantação nos municípios do interior do Estado de São Paulo (maior disponibilidade de terrenos pelos municípios, unidades maiores), estas estão presentes em 8 das 39 amostras da pesquisa.

As unidades compactas apresentam melhor custo/benefício de implantação na grande São Paulo, região do ABC e Litoral (requerem terrenos menores, com possibilidade de junção com outras unidades antigas em complexos já existentes aproveitando a infraestrutura existente através de parcerias).

A estrutura dos edifícios com função de Administração das Unidades Socioeducativas são construídas em alvenaria estrutural autoportante. Já a estrutura dos edifícios com função de Unidade de Internação são construídas com sistema convencional, em concreto armado e lajes moldadas “in loco”.

As paredes são executadas com blocos de concreto vazados, tipo estrutural, com espessura de 14cm ou 19cm, os blocos de concreto possuem resistência superior ou igual a 6,0 MPa. As paredes externas das edificações são preenchidas com concreto graute com enchimento feito em etapas.

Os batentes envolventes das esquadrias são pinados em seu interior e grauteados. O concreto utilizado nas estruturas das edificações, tanto na infraestrutura como na superestrutura, possui f_{ck} maior ou igual a 30 MPa, com consumo mínimo de cimento igual a 400 kg/m³ e fator água/cimento menor ou igual a 0,65.

Os muros de fechamento são executados em blocos de concreto vazado, tipo estrutural de 6,0 MPa, com espessura de 14 cm, sustentados por pilares de concreto armado e apoiados em vigas baldrame de concreto armado.

A cobertura das Unidades de Internação são constituídas por estrutura de aço com vigas treliçadas e terças constituídas de perfis laminados quando as mesmas classificam-se como modelos de unidades compactas.

Os muros externos serão executados em blocos de concreto vazados para vedação, para uso aparente, 2,5 MPa, com espessura de

14cm, grauteados e apoiados em vigas baldrame de concreto armado assentados tipo amarração.

Os alambrados são executados em tela de aço galvanizado de 2", a uma altura de 3 metros. Na parte superior dos alambrados, são instaladas barreiras de proteção perimetral.

A montagem e a fixação, das peças de esquadrias são executadas de tal forma que não permitem deslocamentos ou deformações sensíveis, sob a ação de esforços, sejam estes normais e previsíveis ou produzidos por agentes externos.

O mobiliário fixo, como beliches, prateleiras e outros móveis são construídos em concreto, pinados nas paredes e no piso, sendo grauteados nos encaixes.

As louças e metais que fazem parte das instalações hidrossanitárias são instaladas sob imersão no concreto de modo que fiquem fixas.

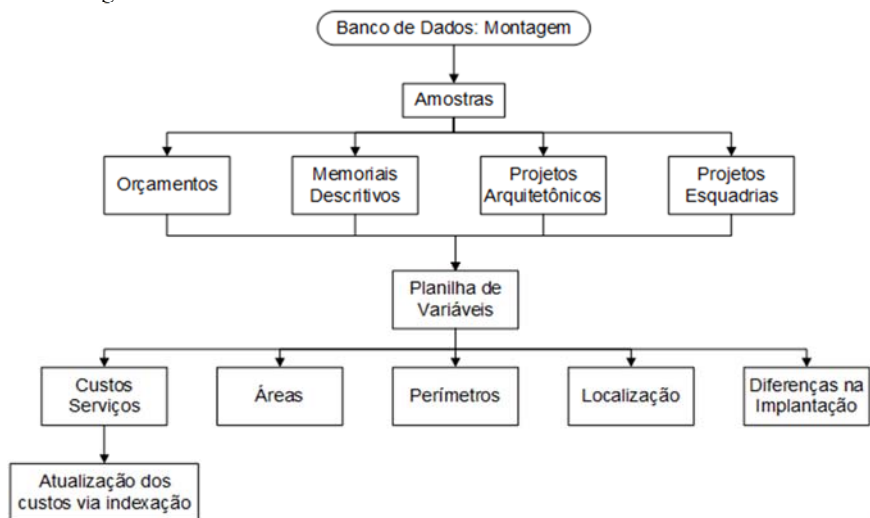
Salienta-se que as Unidades de Internação não possuem em seu interior revestimentos aparentes como em edificações residenciais, comerciais e obras de uso civil. Sendo a densidade de grades de diversas malhas e elementos metálicos a característica predominante dessas edificações.

3.6 Uniformização dos dados

Os dados foram extraídos de orçamentos detalhados, memoriais descritivos e projetos arquitetônicos, sendo estes documentos os utilizados para contratação de novas Unidades de Internação, via processo licitatório, sob contratação indireta, como classifica a Lei 8666/93.

A uniformização dos dados é a primeira etapa que antecede a entrada com os mesmos no software, ocorre nesse instante a organização das informações.

Figura 8. Sistemática da retirada de informações da documentação: metodologia da montagem do banco de dados.



Fonte: Autora (2016)

Na figura acima verifica-se a rotina realizada para obtenção dos dados referentes as prisões juvenis. As informações necessárias para a estimativa foram retiradas dos orçamentos, memoriais descritivos, projetos arquitetônicos e projetos de esquadrias (este último foi estudado devido ao impacto que o serviço de esquadrias de segurança gera nos custos, ele foi analisado conjuntamente com a elaboração em paralelo da curva ABC de insumos).

Quadro 3. Amostras

AMOSTRA	ANO	TIPOLOGIA	AREA (m²)	CUSTOS (JAN/2016)
1	2006	Compacta	1960,64	R\$ 6.275.666,08
2	2010	Compacta	2020,15	R\$ 6.423.514,82
3	2013	Compacta	1960,64	R\$ 6.871.549,37
4	2013	Térrea	592,93	R\$ 3.162.618,12
5	2006	Compacta	3056,15	R\$ 5.648.647,68

Continua

Continuação

6	2006	Compacta	3056,15	R\$ 5.648.647,68
7	2006	Compacta	2020,15	R\$ 5.641.111,79
8	2006	Compacta	2020,15	R\$ 5.641.111,79
9	2006	Compacta	2020,15	R\$ 5.641.111,79
10	2007	Compacta	3056,15	R\$ 6.132.327,34
11	2007	Compacta	3056,15	R\$ 6.132.327,34
12	2006	Compacta	2020,15	R\$ 6.301.438,87
13	2006	Compacta	2020,15	R\$ 6.301.438,87
14	2012	Compacta	1960,64	R\$ 7.133.013,64
15	2012	Compacta	1960,64	R\$ 7.133.013,64
16	2006	Térrea	2397,60	R\$ 8.723.434,52
17	2006	Compacta	2020,15	R\$ 6.023.892,84
18	2009	Compacta	2020,15	R\$ 6.432.215,35
19	2009	Compacta	2020,15	R\$ 6.432.215,35
20	2007	Compacta	2020,15	R\$ 5.887.962,06
21	2012	Compacta	3056,15	R\$ 6.518.598,06
22	2012	Compacta	3056,15	R\$ 6.518.598,06
23	2008	Compacta	2020,15	R\$ 6.997.631,43
24	2006	Compacta	3056,15	R\$ 6.361.127,99
25	2010	Compacta	2020,15	R\$ 5.528.847,33
26	2010	Compacta	2020,15	R\$ 5.528.847,33
27	2012	Compacta	2020,15	R\$ 4.531.015,56
28	2012	Compacta	2020,15	R\$ 4.531.015,56
29	2006	Compacta	3056,15	R\$ 6.348.987,66
30	2015	Térrea	2192,25	R\$ 16.059.748,15
31	2013	Compacta	1960,64	R\$ 5.910.704,64
32	2014	Térrea	1353,49	R\$ 7.342.110,36
33	2013	Compacta	1960,64	R\$ 6.513.340,88
34	2014	Térrea	1350,70	R\$ 7.978.442,37
35	2010	Compacta	2020,15	R\$ 6.146.347,53

Continua

Continuação

36	2007	Compacta	3056,15	R\$ 6.712.720,81
37	2006	Térrea	5515,14	R\$ 9.189.619,65
38	2007	Térrea	2324,80	R\$ 13.176.659,09
39	2013	Térrea	3319,48	R\$ 5.823.274,36

Fonte: Autora (2016)

As amostras com custo maior como as amostras de número 4, 30, 32, 34 e 38 apresentam-se desta forma, por serem implantadas em locais onde a infraestrutura apresenta-se com maior custo, também nesses empreendimentos a altura dos muros e muralhas, bem como a quantidade dos mesmos, é maior que em outras amostras, as unidades térreas possuem essas características arquitetônicas com peculiaridades de segurança superior devido ao perfil de jovem que cumpre medida nas mesmas.

A planilha completa de dados foi construída em sua fase inicial com 33 parâmetros físicos: as áreas, perímetros externos, perímetros das paredes internas, compartimentação, áreas verticais dos cômodos, bem como a organização dos locais (refeitório e sua área total, dormitórios e sua área total, perímetro, número de janelas e etc.), ambientes que compõem a unidade socioeducativa.

A organização dos dados contou 22 grupos de serviços e seus respectivos custos, com exclusão de 1 grupo de serviço para a análise, devido à ausência de dados suficientes que possibilitassem a regressão linear múltipla: serviço de quadra poliesportiva.

Totalizou-se desta forma, cerca de 50 colunas de informações para 39 linhas, onde localizou-se as identificação das amostras. Aproximadamente 2.000 informações foram organizadas na planilha em Excel, abaixo encontram-se apresentadas partes da planilhas inicial de dados como sugestão para organização de trabalhos futuros.

Figura 9. Montagem do banco de dados

ANOTAÇÕES	NOME UNIDADE	ANO	EMPREENDIMENTO	TIPOLOGIA
1	1	2006	Único	Compacta
2a	2	2010	Unico	Compacta
1	3	2013	Em complexo existente	Compacta
Térrea	4	2013	Em complexo existente	Térrea
3?	5	2006	Divide Infra	Compacta
3?	6	2006	Infra dividida com Unidade 5	Compacta
2a	7	2006	Trigêmeo	Compacta
2a	8	2006	Trigêmeo	Compacta
2a	9	2006	Trigêmeo	Compacta
X	10	2007	Divide Infra	Compacta
X	11	2007	Divide Infra	Compacta
2	12	2006	Divide Infra	Compacta
2	13	2006	Divide Infra	Compacta
1 ou 2a?	14	2012	Divide Infra	Compacta
1 ou 2a?	15	2012	Divide Infra	Compacta
Térrea	16	2006	Única	Térrea
2	17	2006	Único	Compacta
2	18	2009	Divide Infra	Compacta
2	19	2009	Divide Infra	Compacta
2	20	2007	Único	Compacta
2p?	21	2012	Divide Infra	Compacta

Fonte: Autora (2016)

Para a execução da estimativa paramétrica, os dados podem ser organizados utilizando-se do software Excel. Na figura 9 é exposto como inicia-se a coleta de informações dos projetos e memoriais.

A função dessa organização primária é auxiliar na organização dos dados que são retirados das amostras. A primeira coluna foi organizado as amostras criando uma numeração, nas outras colunas apresentam-se a data de execução das edificações, detalhes que influenciam nos custos como a divisão do sistema de tratamento de esgoto entre 1, 2 ou 3 unidades de internação, a caracterização geral do empreendimento, dado que foi retirado do edital de licitação e fotos aéreas do local de implantação, e como se classificam-se as edificações se em modelos compactas ou térreas.

Figura 10. Organizando os parâmetros

OME UNIDADE	ANO	EMPRESAMENTO	TIPOLOGIA	SISTEMA CONSTRUTIVO	1	2	3	4	5	6
1	2006	Unico	Compacta	Convencional	ÁREA TOTAL INCLUISE	ÁREA PAVTO TIPO	ÁREA ADM	ÁREA SAÚDE E INF	ÁREA OFICINAS E SALAS DE AULA	ÁREA SERVIÇO COZINHA E LAVANDERIA
7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
ÁREA REFEITÓRIO	ÁREA GUARITA	ÁREA DOIM, MONITORES, BIBLIOTECA	ÁREA ESCADAS E GAIOLAS	ÁREA QUADRA	ÁREA TOTAL CORREDORES	ÁREA TOTAL SEGURANÇA	ÁREA ESGUARDAS SEGURANÇA TOTAL	PERÍMETRO ADMINISTRAÇÃO	ÁREA VERTICAL ADMINISTRAÇÃO	PERÍMETRO SAÚDE ENFERMAGEM
110.81	32.65	421.50	188.84	672.50	196.68	1960.64	1410.73	150.32	420.90	74.58
ÁREA VERTICAL OFICINAS E SALAS DE AULA	PERÍMETRO OFICINAS E SALAS DE AULA	PERÍMETRO SERVIÇOS COZINHA E LAVANDERIA	ÁREA VERTICAL SERVIÇOS COZINHA E LAVANDERIA	PERÍMETRO REFEITÓRIO	ÁREA VERTICAL REFEITÓRIO	PERÍMETRO GUARITA E PORTARIA	ÁREA VERTICAL GUARITA E PORTARIA	PERÍMETRO DOIMTÓRIOS, MONITORES, BIBLIOTECA	ÁREA VERTICAL DOIMTÓRIOS, MONITORES, BIBLIOTECA	ÁREA VERTICAL DOIMTÓRIOS, MONITORES, BIBLIOTECA
109.55	320.25	70.49	197.37	66.76	196.94	34.60	96.80	257.50	759.63	
28	30	34	32							
ÁREA VERTICAL DOIMTÓRIOS, MONITORES, BIBLIOTECA	PERÍMETRO QUADRA	ÁREA VERTICAL QUADRA	PERÍMETRO EXTERNO INCLUISE	PERÍMETRO EXTERNO ADM, COZINHA E LAVANDERIA	CUSTO SERVIÇOS PRELIMINARES	CUSTO FUNDAÇÕES	CUSTO SUPERESTRUTURA	CUSTO ALVENARIAS	CUSTO ESQUADRIAS DE SEGURANÇA	
759.63	118.30	144.31	160.79	156.17	R\$ 150.376.47	R\$ 81.408.88	R\$ 1.095.385.79	R\$ 253.793.63	R\$ 1.908.900.81	

Fonte: Autora (2016)

As variáveis independentes que podem ser os parâmetros geométricos, como exemplo: número de andares, número de gaiolas, número de alas, banheiros, refeitórios, sala de coordenação e etc., podem ser organizados da forma sugerida acima.

Na vertical da planilha original encontraram-se as 39 amostras, a amostra 1 em verde selecionada acima encontram-se na horizontal na tabela original, neste mesmo eixo, encontram-se todos os dados que estão elencados um abaixo do outro nesta figura acima, devido a impossibilidade de anexação da planilha completa no trabalho, optou-se pela apresentação desse modelo reduzido.

Acima de cada item possui um número, esse número é importante durante a entrada no Software *Statistica*, onde não pode-se ter a existência de linhas ou colunas vazias, pois acarreta graves distorções nos resultados da análise.

A organização é simples, salienta-se que a mesma varia de acordo com o objetivo da estimativa, bem como de acordo com o volume de dados a serem organizados e analisados.

Cada amostra possui uma planilha própria, onde são organizadas todas as suas informações sobre a mesma, sendo depois transferidas para a planilha geral que contém todos os parâmetros, esta que foi apresentada na figura 10.

Figura 11. Organizando os quantitativos.

AMOSTRA	Forma em madeira comum	Forma plana em compensado	Total Formas	Estrutura		Alvenaria						
				Aço Estrutural CA 50	Aço Estrutural CA 60	Armadura em tela soldada	Total Aço	Concreto Estrutural	Alvenaria aparente 9 cm	Alvenaria aparente 14 cm	Alvenaria aparente 19 cm	Alvenaria Total
				m2	Kg	Kg	Kg	m3	m2	m2	m2	m2
1	180,00	80,40	260,40	3520,00	1349,77	5060,75	4869,77	35,20	0,00	2980,88	600,00	3580,88
2	180,00	80,40	260,40	3520,00	1349,77	5060,75	4869,77	35,20	0,00	2980,88	600,00	3580,88
3	741,08	2020,60	2761,68	48183,41	1349,77	5060,75	49533,18	708,02	301,32	2980,88	911,83	4194,03
4	2564,00	619,00	3183,00	14200,00	620,00	17468,00	14820,00	344,20	86,00	678,00	615,00	1329,00

Fonte: Autora (2016)

No que refere-se aos quantitativos, os mesmos são levantados e salvos na planilha individual do empreendimento como apresenta a figura 11, após conferidos, seguem para a planilha geral exemplificada na figura 10, onde os quantitativos de todas as amostras estão presentes e organizados para entrada no Software.

Verifica-se que a organização dos dados para a modelagem paramétrica é simples, parte essencialmente da leitura de projetos e da documentação completa das obras, ou seja, a construção do banco de informações sobre a obra pública ou empreendimento desta natureza pode ser construído através de ferramentas computacionais acessíveis e não requer alto custo.

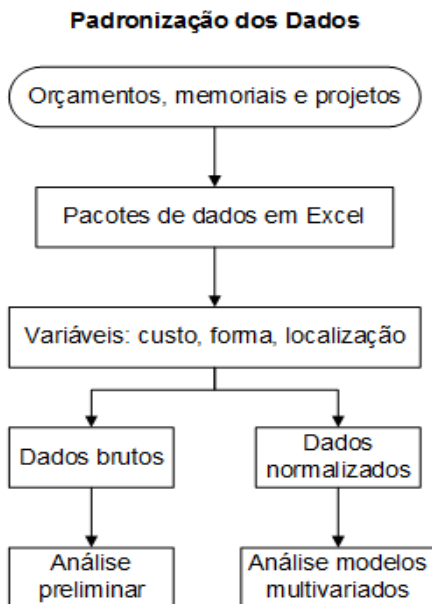
No que concerne ao nível de confiança e exatidão dos levantamentos dos quantitativos de serviços a serem executados, considera-se possíveis falhas acidentais durante a elaboração dos mesmos, e que estas, podem influenciar no comportamento dos resultados.

Os dados retirados dos orçamentos e os quantitativos que o compõem foram elaborados pela quantidade teórica necessária de materiais e serviços para execução das etapas da obra, admite-se que os orçamentos são adequados para a realização da pesquisa.

Quando trabalha-se com modelos paramétricos fundamentados em orçamentos detalhados, onde as composições e os preços unitários são semelhantes entre os serviços, este comportamento gera um efeito peculiar, a incerteza da estimativa no valor médio esperado do custo total tende a se refletir nas diferenças entre as características geométricas e a tecnologia empregada (Valle, 2006).

Semelhante comportamento constou na amostra dessa pesquisa, já que os orçamentos são gerados com a mesma base de composições a mais de 10 anos.

Figura 12. Padronização dos dados



Fonte: Autora (2016)

O fluxograma apresentado na figura 12 complementa o fluxograma da montagem do banco de dados. Após as planilhas estarem prontas, as verificações com uso da estatística descritiva iniciam-se.

De início executa-se a análise univariada, verificou-se que utilizar a área da edificação para determinados serviços gerou modelos que apresentavam-se pouco representativos.

Nesta etapa, cada grupo de serviço, torna-se um banco de dados com 39 amostras (presentes nas colunas verticais do software) e seus parâmetros candidatos a variáveis independentes (distribuídos na horizontal): perímetro externo, área total, perímetro interno e outros que tenham correlação com a variável dependente em estudo.

Quanto aos dados referentes aos custos dos grupos de serviços, os mesmos foram normalizados através da indexação para uma data em comum, nessa pesquisa o índice utilizado foi o INCC, e a data base é Janeiro de 2016.

A seguir, na tabela 1, encontram-se as edificações ou instalações que compõem o empreendimento e as respectivas porcentagens de custos que as mesmas requerem:

Tabela 1. Custos de uma Unidade de Internação

Descrição	% Parcial
Administração da unidade	12,57
Unidade de internação	54,99
Passagem entre administração e internação	0,85
Depósito de lixo	0,26
Abrigo de gás	0,12
Casa das bombas	0,62
Reservatório inferior	1,30
Plataforma e mastro p/ bandeira	0,07
Entrada de energia, gerador, alimentadores e aquecedor	2,65
SPDA e aterramento	0,69
Cabeamento estruturado/Lógica/Telefonia	0,41
Iluminação externa (todos muros)	0,22
Serviços preliminares	3,63
Fundações	3,78
Fornecimento e instalação de equipamentos	1,32
Serviços externos	3,15
Muro fechamento	4,29
Esgoto - ETE e Sumidouros	9,08
Total	100,00

Fonte: Autora (2016)

A divisão dos custos por locais tem função preliminar na análise de custos, auxilia na moldagem dos grupos de serviços para a análise paramétrica, sob esta ótica a geração da Curva ABC de Serviços mostra como a próxima ferramenta a ser empregada para balizar a estimativa.

Kern (2005), frisa que devido ao grande número de insumos que pertencem a uma obra o planejamento e o controle se concentram nos itens com os custos mais significativos. Para efeito de pesquisa todos os grupos de serviços tiveram seus modelos gerados, porém, se durante uma estimativa a equipe não dispor de tempo para a modelagem de todos os serviços a mesma pode concentra-se nos serviços de maior representatividade de custos apresentados na Curva ABC de Serviços.

Observa-se na Curva ABC que 20% dos itens da curva concentram 80 % dos custos em relação ao custo total dos serviços que compõem a obra.

Para grandes projetos, com necessidade de resposta rápida de estimativas a análise paramétrica trabalha nesses 20% de maior representatividade como foco na modelagem, como orienta o Manual do Departamento de Defesa dos Estados Unidos da América (2011).

Na tabela 2, apresenta-se a Curva ABC de Serviços para as unidades de internação socioeducativas:

Tabela 2. Curva ABC de serviços

Descrição	%	%	
	Parcial	Acumulada	
Esquadrilhas de Segurança	25,15	25,15	A
Superestrutura	18,31	43,46	A
Cobertura	9,25	52,71	A
Tratamento de Esgoto	7,52	60,23	A
Instalações Hidráulicas	7,27	67,50	A
Instalações Elétricas e de Telefonia	5,82	73,31	B
Alvenaria	5,52	78,83	B
Fundação	4,92	83,75	B
Pintura	4,07	87,82	B
Instalações Complementares	3,23	91,05	B
Impermeabilização	2,15	93,20	C
Serviços Preliminares	2,13	95,34	C
Revestimentos	1,80	97,13	C
Serviços Externos	1,50	98,64	C
Calçadas, Guias e Sarjetas	0,49	99,13	C
Paisagismo	0,48	99,61	C
Limpeza Final	0,34	99,94	C
Topografia	0,06	100,00	C

Autora (2016)

O uso da Curva ABC de Serviços para a unidade de internação possibilita compreender quais são os serviços em ordem decrescente de custo, estes, que impactam em 70% dos custos do empreendimento

(serviços classificados na categoria “A”), os que impactam em 20% dos custos (serviços classificados na categoria “B”) e os que impactam em 10% dos custos do empreendimento (serviços classificados na categoria “C”). .

O uso da curva ABC justifica-se como ferramenta auxiliar durante a estimativa paramétrica, onde a mesma ampara as retro análises para a construção dos grupos de serviços para análise.

Detecta-se na Curva gerada apresentada na tabela 2, que o Serviço de Esquadrias de Segurança é o serviço que detém a maior participação nos custos nesses empreendimentos.

Para efeito de futura geração de índices de consumo para quantificar os itens de maior representação do serviço principal da obra, elabora-se a Curva ABC de Insumos do mesmo, apenas para os serviço de Esquadrias de Segurança, para identificação dos itens responsáveis pelos custos e que precisam ser gerenciados da melhor forma.

Tabela 3. Curva ABC de Insumos para o Serviço de Esquadrias de Segurança.

Código	Descrição	% Parcial	% Acum.	
031361	Grade de segurança em aço SAE 1045, diâmetro de 1' - sem têmpera e revenimento – instalado.	53,37	53,37	A
092647	Grade para forro eletrofundida em aço carbono galvanizado 1008/1010 malha 25x100mm, barra 25x2mm.	12,17	65,54	A
031364	Porta de segurança de abrir grade em aço SAE 1045 chapeada, diâmetro de 1', completa - sem têmpera e revenimento	7,86	73,39	A
090910	Tela de proteção de aço, malha ondulada artística de 1', fio 10 com requadro em perfil 'L' de 1' x 1' x 1/8' - (3,40 x 1,30 m)	6,18	79,57	B
031222	Porta em chapa nº 14 com batente	2,24	81,82	B
031247	Caixilho maximar em chapa ferro dobrado sob medida	1,94	83,76	B
-	Continua nos apêndices do trabalho	-	-	-

Autora (2016)

Verifica-se na tabela acima a Curva ABC de Insumos (o restante da mesma encontra-se nos apêndices do trabalho, devido a sua grande extensão), que a grade de segurança em aço SAE 1045, diâmetro de 1" é responsável por 53,37% dos custos do Serviço de Esquadrias de Segurança.

O estimador com essa informação segue para a construção dos índices de consumo que possibilitam a quantificação rápida sem a necessidade dos projetos específicos de esquadrias.

Otero (2000), recomenda que os grupos sejam formados com os serviços mais representativos, ou seja, com maiores afinidades por função, verificando-se os materiais, com observação dos quantitativos e os locais de aplicação dos mesmos.

Ao utilizarem-se parâmetros disponíveis em uma estimativa, sem o conhecimento prévio de semelhanças ou diferenças em relação ao produto em análise, corre-se o risco de produção de resultados distorcidos, devido a não observação das singularidades dos projetos. Isto requer que o executor da estimativa tenha experiência e se ampare-se na experiência de outros avaliadores, bem como busque boas publicações pertinentes com relação ao produto em estudo (DEPARTAMENTO DE DEFESA DOS ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA, 2011).

Organizar em grupos de serviços é a próxima etapa da estimativa, a partir das informações da Curva ABC de Serviços os grupos de serviços foram constituídos de acordo com a participação dos mesmos nos custos da obra, mas todavia, construídos analisando as similaridades de execução, materiais empregados e planejamento de execução, como apresenta a figura 13.

Na estruturação do banco de dados são identificados e estruturados as tabelas de acordo com a organização dos grupos de serviços apresentados na figura 13 na próxima página.

As leituras dos projetos e orçamentos orientam-se no grupo de serviços, pois os orçamentos oriundos das amostras apresentam os quantitativos e os custos por locais da obra, sendo necessária a desconstrução dos orçamentos e o reagrupamento de todos os itens que compõem o grupo de serviço em uma única planilha.

A tabela resumo para entrada no software é apresentada na tabela 4, os outros serviços possuem organização semelhante:

Tabela 4. Grupo de Serviço Mobiliário Fixo

AMOSTRA	AREA TOTAL	PE	PI	CUSTO MOBILIÁRIO FIXO
prossegue	prossegue	prossegue	prossegue	prossegue
36	3056,15	231,59	427,27	R\$ 38.720,18
37	5515,14	320,28	347,74	R\$ 142.438,16
38	2324,80	1660,76	721,30	R\$ 191.536,56
39	3319,48	246,22	146,34	R\$ 202.953,86

Fonte: Autora (2016)

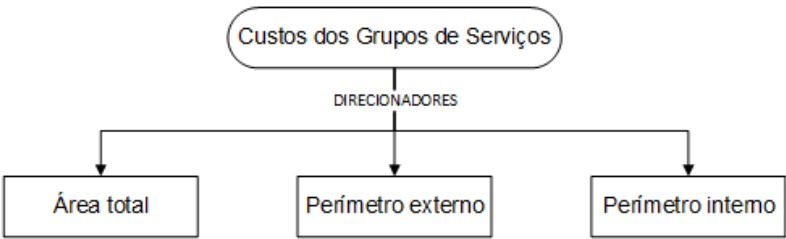
A tabela 4, exibe como o grupo de serviço denominado de Mobiliário Fixo segue na entrada para o software, o procedimento é feito para com todos os grupos de serviços. PE apresenta-se como o perímetro externo e PI é o perímetro interno das edificações.

3.7 Direcionadores de custos

Foram estabelecidas relações entre as variáveis ligadas aos serviços, sendo eleitos os direcionadores que apresentaram as melhores afinidades.

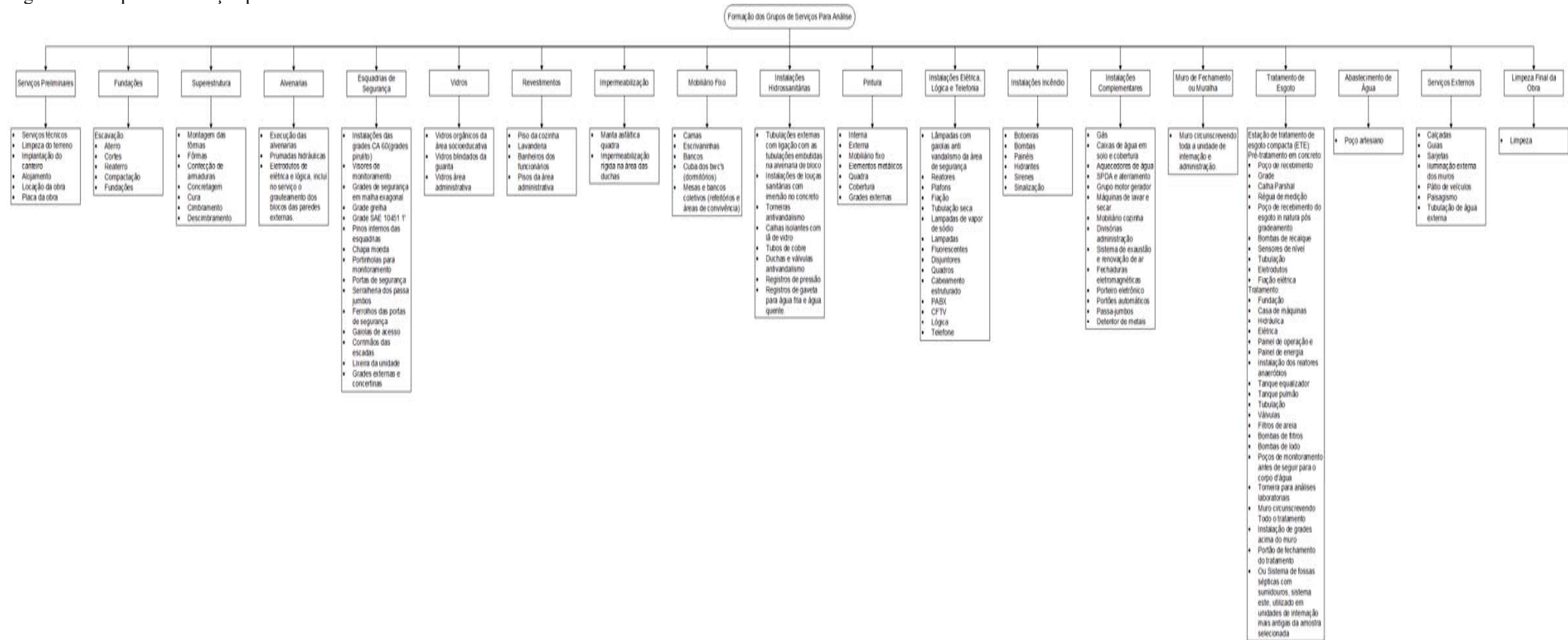
Os direcionadores estabelecidos nessa pesquisa foram: área total, perímetro externo e perímetro interno e Índice de Compacidade. Este último direcionador não pode ser utilizado concomitantemente com o Perímetro Externo devido ao alto grau de correlação de ambos.

Figura 13. Direcionadores para os Grupos de Serviços



Fonte: Autora (2016).

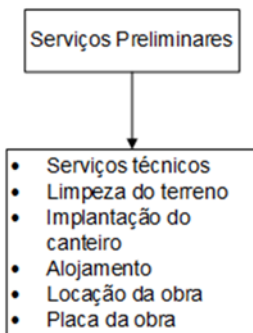
Figura 14. Grupos de Serviços para análise



A figura 13, apresenta os direcionadores de custos utilizados para os modelos de custos dos grupos de serviços.

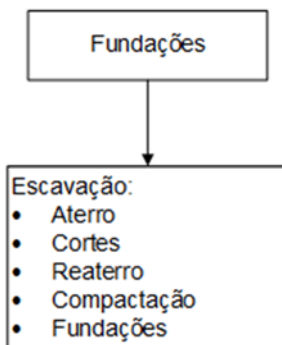
A figura 14, apresenta o grupo de serviços a serem analisados, estes que compõem o escopo do empreendimento. Para melhor legibilidade a estrutura apresentada na figura 14 foi desmembrada para melhor entendimento dos serviços que compõem o grupo de serviços.

Figura 15. Serviços Preliminares



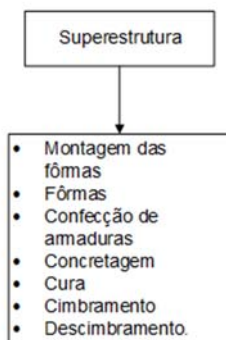
Fonte: Autora (2016).

Figura 16. Fundações



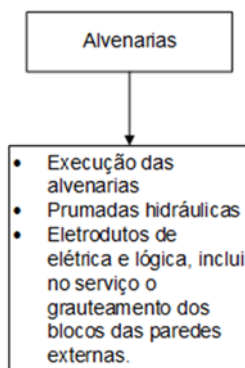
Fonte: Autora (2016).

Figura 17. Superestrutura



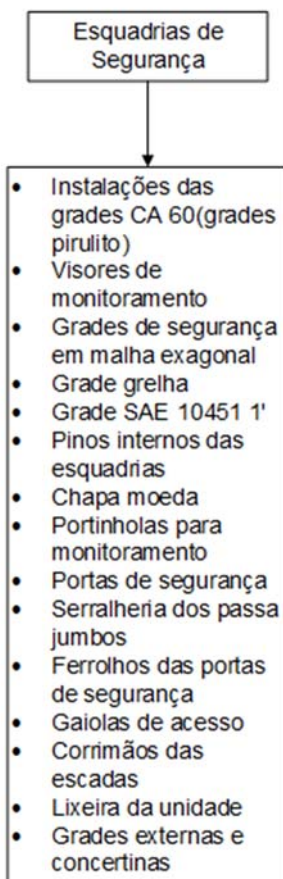
Fonte: Autora (2016).

Figura 18. Alvenarias



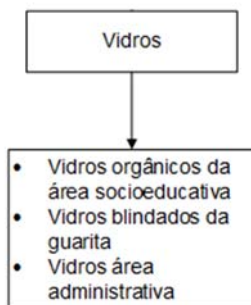
Fonte: Autora (2016).

Figura 19. Esquadrias de Segurança



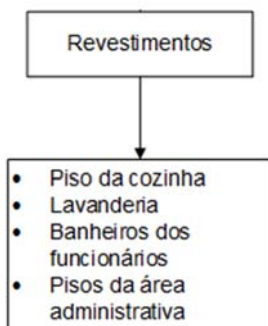
Fonte: Autora (2016).

Figura 20. Vidros



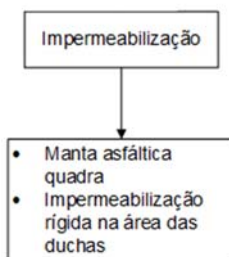
Fonte: Autora (2016).

Figura 21. Revestimentos



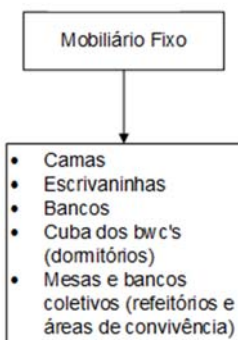
Fonte: Autora (2016).

Figura 22.. Impermeabilização



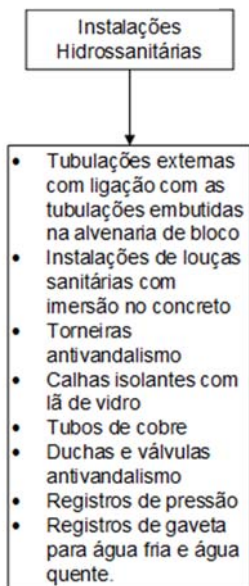
Fonte: Autora (2016).

Figura 23. Mobiliário Fixo



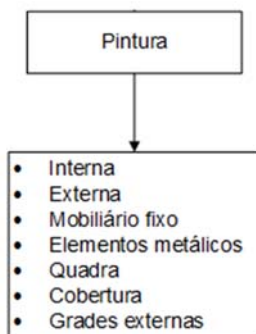
Fonte: Autora (2016).

Figura 24. Instalações Hidrossanitárias



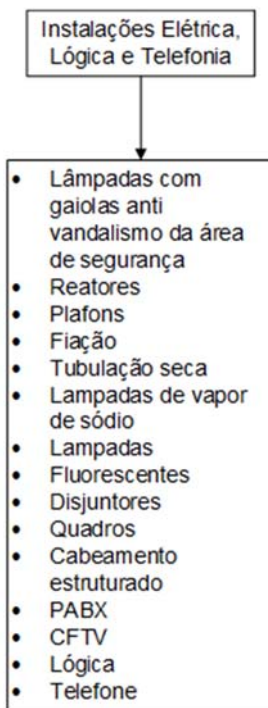
Fonte: Autora (2016).

Figura 25. Instalações Hidrossanitárias



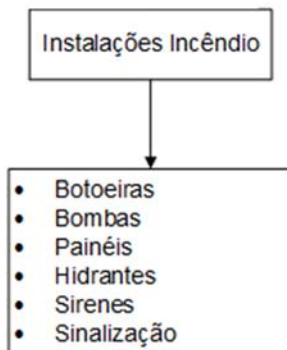
Fonte: Autora (2016).

Figura 26. Instalações Hidrossanitárias



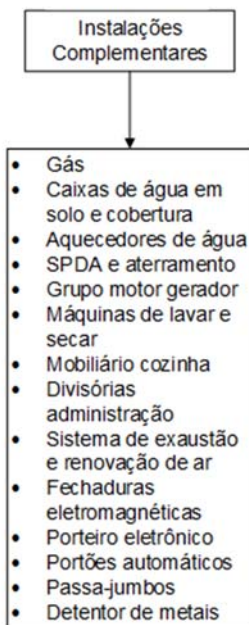
Fonte: Autora (2016).

Figura 27. Instalações Hidrossanitárias



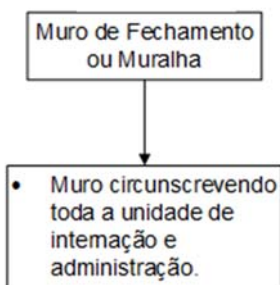
Fonte: Autora (2016).

Figura 28. Instalações Complementares



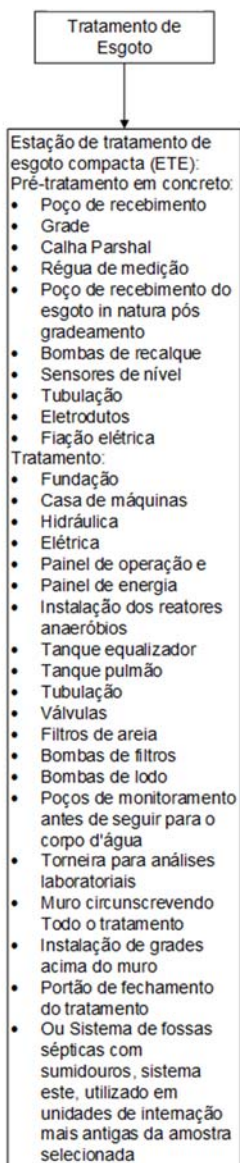
Fonte: Autora (2016).

Figura 29. Muro de fechamento



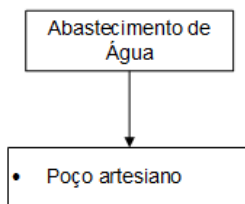
Fonte: Autora (2016).

Figura 30. Muro de fechamento



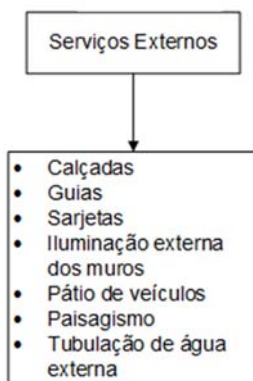
Fonte: Autora (2016).

Figura 31. Abastecimento de água



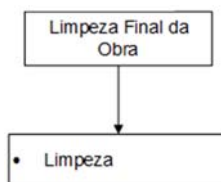
Fonte: Autora (2016).

Figura 32. Serviços Externos



Fonte: Autora (2016).

Figura 33. Serviços Externos



Fonte: Autora (2016).

A área total e o perímetro externo obtiveram os maiores coeficientes de determinação nos grupos de serviços de: Serviços Preliminares, Vidros, Instalações Incêndio e Abastecimento de Água.

A Área total e o perímetro interno juntos tornaram explicativos os modelos de custos dos grupos de serviços de: Alvenarias e Instalações Elétricas.

O Perímetro externo e o perímetro interno juntos compõem a equação de: Esquadrias de Segurança, Revestimentos, Instalações Complementares e Serviços Externos.

O grupo de serviços de Muro Perimetral foi representado pelo perímetro externo, apresentando-se este como seu único direcionador de custo.

A área total, o perímetro externo e o perímetro Interno como direcionadores apresentam-se presentes em: Fundações, Superestrutura, Cobertura, Impermeabilização, Mobiliário Fixo, Instalações Hidrossanitárias, Pintura, Tratamento de Esgoto e Limpeza Final.

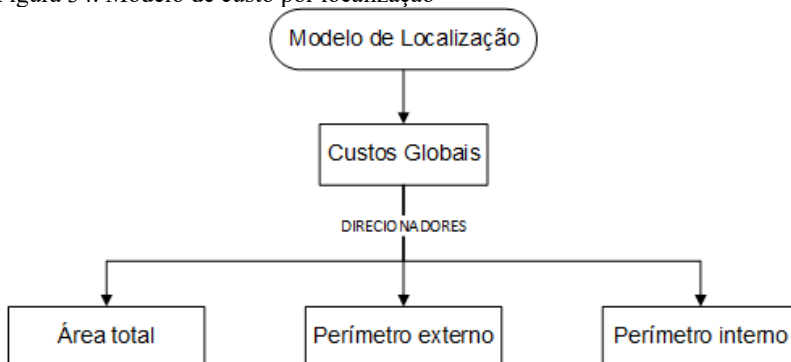
De início, outros direcionadores foram utilizados, como a área vertical de cada local da edificação, todavia, o objetivo de fácil aplicação dos modelos foi prejudicado, sendo descartada a geração de modelos detalhados e com grande número de variáveis. Os modelos gerados no experimento inicial apresentaram alto grau de explicação, porém, apresentaram-se extensos mostrando-se complexos quanto ao número de informações necessárias.

Sugere-se estes modelos complexos para aplicação em reformas, onde subdividir a edificação de acordo com o uso dos locais e utilizar os parâmetros desses locais mostra-se justificável, aumenta o detalhamento e o modelo representa melhor o serviço a ser estimado.

Um dos possíveis candidatos a direcionador de acordo com trabalhos anteriores para edifícios residenciais, comerciais e educacionais é o padrão de acabamento, mas o mesmo apresenta-se constante em toda a amostra.

A localização dos empreendimentos foi eleita como direcionador de custo. As unidades construídas na capital e no litoral do estado de São Paulo formaram um grupo e as unidades construídas nas outras regiões do estado formaram o segundo grupo, ou seja, 2 modelos de custos foram gerados e apresentam-se no item 4.

Figura 34. Modelo de custo por localização

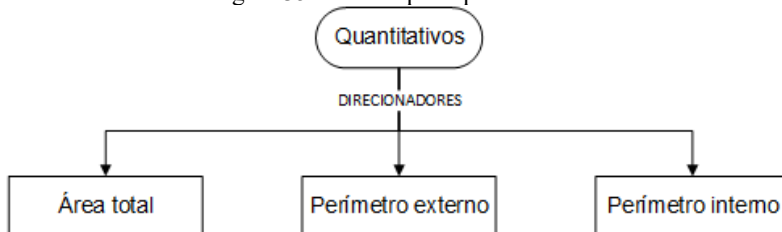


Fonte: Autora (2016)

Os modelos que utilizam a localização como variável dependente como representa a figura 35, utiliza-se dos mesmos direcionadores, o custo global dos empreendimentos apresenta-se como a variável dependente na modelagem.

Otero (2000), sugere que a escolha de direcionadores de custos das relações paramétricas se desenvolva conforme a subordinação das características gerais da obra, ou seja, informações disponíveis na etapa de concepção, como a área total de construção, área do pavimento tipo, área do pavimento de subsolo, número de banheiros, elevadores e tempo de execução.

Figura 35. Modelo para quantitativos



Fonte: Autora (2016)

Os quantitativos de alguns insumos foram determinados da mesma forma, como apresenta a figura 34, os quantitativos das 39 amostras em m^3 ou m^2 tornaram-se a variável dependente e a área total, o perímetro externo e o perímetro interno tornaram-se os direcionadores.

O Índice de compacidade foi utilizado para o cálculo da quantidade de esquadrias de segurança. Segundo Koza et al (2010), o índice de compacidade mensura a relação das paredes da edificação, o índice é definido através de uma relação percentual entre o perímetro de um círculo que possui a mesma área do projeto arquitetônico e o perímetro externo da edificação. A equação apresenta-se a seguir:

$$Ic = \frac{Pc}{Pp} * 100 \quad \text{Eq(7)}$$

Ic: Índice de compacidade.

Pc: perímetro de um círculo de área igual à do projeto.

Pp: perímetro das paredes exteriores, em planta do projeto arquitetônico.

Tabela 5. Índice de compacidade das amostras

Amostra	Área	IC
1	1960,64	67,77
2	2020,15	68,80
3	1960,64	67,77
4	592,93	23,08
5	3056,15	84,62
6	3056,15	84,62
7	2020,15	68,80
8	2020,15	68,80
9	2020,15	68,80
10	3056,15	84,62
11	3056,15	84,62
12	2020,15	68,80
13	2020,15	68,80
14	1960,64	67,77
15	1960,64	67,77
16	2397,60	11,57

Continua

Continuação

17	2020,15	68,80
18	2020,15	68,80
19	2020,15	68,80
20	2020,15	68,80
21	3056,15	84,62
22	3056,15	84,62
23	2020,15	68,80
24	3056,15	84,62
25	2020,15	68,80
26	2020,15	68,80
27	2020,15	68,80
28	2020,15	68,80
29	3056,15	84,62
30	2192,25	11,44
31	1960,64	67,77
32	1353,49	16,32
33	1960,64	67,77
34	1350,70	15,87
35	2020,15	68,80
36	3056,15	84,62
37	5515,14	82,20
38	2324,80	10,29
39	3319,48	82,95

Fonte: Autora (2016)

O Índice de compacidade, apresentado na tabela 5, foi utilizado como direcionador de custos para o cálculo da quantidade de esquadrias de segurança.

Durante a construção do modelo, utilizando a quantidade de esquadrias de segurança como variável dependente, o perímetro externo é descartado como direcionador, pois o mesmo apresentou alto grau de correlação com o índice de compacidade.

3.8 Relações Paramétricas

A regra básica na modelagem paramétrica é o início do mais simples para o mais complexo, para verificação das tendências e comportamentos do conjunto. A pesquisa desenvolveu-se a partir da análise univariada, estendendo-se para a bivariada e finalizando os modelos com a multivariada.

A pesquisa inicia-se com a avaliação das variáveis presentes nos dados coletados das amostras, a estimativa ampara-se nas verificações iniciais executadas com as ferramentas da estatística descritiva, evolui-se na sequência para a construção de modelos simples, para identificação da força das variáveis, prosseguindo para a regressão linear múltipla.

A opção pela regressão linear múltipla deu-se atrelada a análise das relações de custos onde mais de uma variável independente tem influência no direcionador (hipótese).

As áreas das Prisões Juvenis quando analisadas, justificam a escolha do regressão linear múltipla. Correlacionou-se, por exemplo, a área total com os serviços de esquadrias de segurança, o modelo apresentou R^2 abaixo de 50%, ou seja, apresentou baixo poder de explicação. Este serviço, por exemplo, encontra-se presente no plano vertical da obra (grades, caixilhos, portas de segurança, portões), deste modo, a utilização do perímetro externo e perímetro interno de todas as paredes formulariam a hipótese da representação dos custos do serviço.

Salienta-se que cuidados devem ser tomados, por exemplo, correlacionar o perímetro interno das paredes com o grupo de serviços preliminares sem dúvida gera um resultado, podendo revelar até mesmo um modelo com R^2 satisfatório, mas o perímetro interno tem correlação com os custos dispendidos nos Serviços Preliminares quando observa-se do ponto de vista da engenharia? Nesse exemplo, a área total seria a variável independente recomendada para o experimento.

Após a construção dos modelos de custos ou de quantitativos, verifica-se a presença de outliers e extremes ou valores espúrios nos dados oriundos das amostras.

A próxima etapa é a execução do teste F onde é verificado o valor de p, esse valor sendo maior que 0,05 o modelo é descartado e a análise é encerrada. A análise dos resíduos desenvolve-se de forma gráfica. Barbata, Reis e Bornia (2010), relatam que nesta análise o foco é a verificação dos padrões e dispersões.

Após as etapas mencionadas, verifica-se as correlações parciais, onde as variáveis independentes devem ter correlações consideráveis com

a variável dependente, mas não entre as independentes em elevado grau, sob pena de estarem sob o efeito de colinearidade ou multicolinearidade.

Recomenda-se a análise e reanálise dos dados bem como estabelecer comunicação com quem fiscaliza as obras, também com o gestor do empreendimento, na busca de geração de modelos representativos, que retratem o empreendimento em análise e o método de alocação de recursos da instituição pública.

Etapas como a montagem do grupo de serviços para análise paramétrica depende de conhecimento prévio mínimo da rotina de execução da obra, ao ator responsável pela execução da estimativa cabe a comunicação com a equipe multidisciplinar do setor de obras e não somente ater-se a leitura de projetos, orçamentos e memórias descritivos.

O procedimento de lapidação, descrição e verificação das correlações entre direcionadores e os parâmetros analisados variam de acordo com o objetivo da estimativa, para obras novas o escopo é maior, para reformas o escopo pode vir a ser menor, pontual e apresenta necessidade de maior detalhamento, dependendo do local da reforma dentro do empreendimento penal.

Durante a estimativa recomenda-se ater-se para não reproduzir a exata sistemática da construção do banco de dados de outros trabalhos, com prejuízo de reproduzir conceitos que não aplicam-se ao seu banco de dados, pois trata-se de outro objeto em análise.

No que refere-se a correlação, cuidados devem ser tomados para com a correlação perfeita onde correlaciona-se variáveis idênticas. Quando existe grande número de variáveis em um estudo na mesma planilha, recomenda-se gerar uma a uma e analisar a correlação individualmente com a variável dependente, recomendação esta devido a fadiga visual na identificação dos comportamentos, quando o número de variáveis é extenso.

A verificação constante dos procedimentos estatísticos realizados nas estimativas de custos paramétricos via regressão linear múltipla é fator preponderante na construção de modelos explicativos, a entrada dos dados nos softwares geram respostas que por sua vez podem resultar em modelos não aplicáveis.

Cuidados devem ser tomados quando não existem trabalhos similares com objetos de pesquisa semelhantes, surge então, a importância do contato com os especialistas do produto estudado, bem como com os atores envolvidos no empreendimento como um todo, desde o projeto até a execução da obra.

4. RESULTADOS

As Prisões Juvenis tem como informações primárias na previsão de implantação de uma nova unidade a área total das mesmas através do projeto arquitetônico, essa informação inicia na informação de quantas vagas a edificação deve oferecer e a localização aproximada da implantação do empreendimento é conhecida (região ou município que vai sediar a nova unidade socioeducativa).

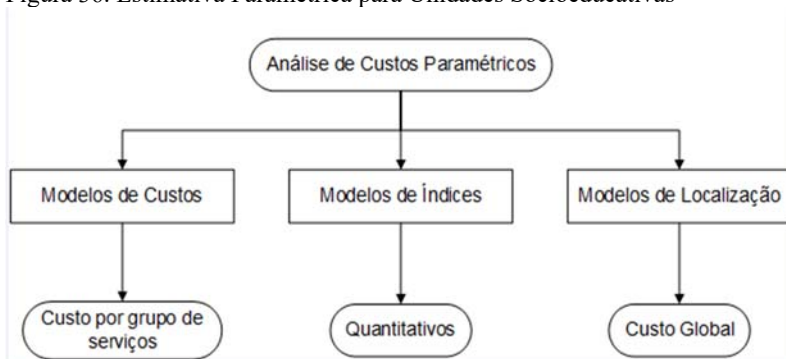
Entre os métodos para uso em estimativas, alguns apresentam-se mais complexos quanto à análise das características geométricas, sendo estas as definitivas do projeto, como é o caso da utilização do orçamento discriminado para tal tarefa, porém outros métodos se fundamentam em características geométricas mais simples e generalistas, estes, oferecem maior velocidade de realização, mas, em contrapartida apresentam menor precisão (OTERO, 2000).

A estimativa é executada com a proposta de construção de modelos que possuem informações simples na função de variáveis independentes ou direcionadores, ou seja, modelos que sejam passíveis de aplicação no instante em que projetos não estão disponíveis e onde a previsão orçamentária é requerida.

Na sequência, apresentam-se os modelos gerados, foram gerados 20 modelos de custos para os grupos de serviços, 13 modelos de índices de consumo para os principais insumos da obra e 2 modelos de localização para o cálculo do custo global dos empreendimentos.

Os resultados de saída do software utilizando-se o método da Regressão Linear Múltipla encontram-se nos apêndices do trabalho.

Figura 36. Estimativa Paramétrica para Unidades Socioeducativas



Fonte: Autora (2016)

Na figura 36, é apresentado de forma esquemática as respostas que os modelos produzem. Os modelos de custos gerados com a variável dependente: custo do grupo de serviço e os direcionadores: Área Total, Perímetro Externo e Perímetro Interno quando correlacionados fornecem o custo do serviço.

Os modelos de índices de consumo, modelos estes, gerados a partir dos quantitativos como variáveis dependentes e os mesmos direcionadores, quando correlacionados, fornecem a quantidade de insumo de material.

Os modelos de localização, gerados com o custo global das edificações de determinada região como variável dependente e os direcionadores, quando correlacionados, fornecem o custo global da unidade de internação levando em consideração a região onde a mesma pode vir a ser implantada.

Quadro 4. Resumo das equações: custos dos serviços

	Serviço	Equação	R ²
1	Serviços Preliminares	CSP= 71.072,37 + 259,44 * PE + 20,02 * AT	0,81
2	Fundações	CF= 356.857,70 + 700,20 * PE + 82,70 * AT	0,63
3	Superestrutura	CSUP= - 464.150,49 + 2.926,62 * PI + 94,06 * AT + 177,43 * PE	0,71
4	Alvenarias	CA= 20.908,59 + 687,70 * PI + 41,00 * AT	0,93
5	Esquadrias de Segurança	CESEG= 43.328,75 + 77,40 * PE + 264,40 * PI + 33,60 * AT	0,93
6	Vidros	CV= - 18.909,80 + 33,70 * PE + 11,30 * AT	0,68
7	Revestimentos	CR= 264.395,50 + 472,76 * PE	0,66
8	Cobertura	CR= 151.634,80 + 916,50 * PI + 74,50 * AT	0,72
9	Impermeabilização	CI= 88.069,08 + 125,68 * PE	0,98
10	Mobiliário Fixo	CMF= 116.727,69 + 143,32 * PE	0,96
11	Instalações Hidrossanitárias	CIH= 160.094,80 + 213,88 * PE - 209,77 * PI - 8,59 * AT	0,83
12	Pintura	CP= 352.181,30 + 59,90 * PE	0,63
13	Instalações Elétricas	CIE= 209.500,20 + 18,00 * AT - 178,20 * PI	0,48
14	Instalações Complementares	CIC= -149.969,00 + 510,00 * PE + 806,00 * PI	0,86
15	Custo Instalações Incêndio	CI= -19.532,80 + 70,30 * PE + 22,20 * AT	0,49
16	Muro Perimetral	CMP= 365.723,20 + 845,47 * PE	0,32
17	Tratamento de Esgoto	CTE= 43.328,75 + 77,40 * PE + 267,40 * PI + 33,60 * AT	0,93
18	Serviços Externos	CSE= - 1.005.128,25 + 3078,63 * PI + 412,36 * PE	0,63
19	Abastecimento de Água	CAA= 312.189,70 + 580,01 * PE - 103,91 * AT	0,81
20	Limpeza Final	CLF= 36.754,17 - 34,02 * PI - 1,66 * AT + 4,00 * PE	0,64

Fonte: Autora (2016)

No quadro 4, é apresentado as equações paramétricas para cálculo do custo de 20 serviços que compõem o escopo das Prisões Juvenis.

Após a modelagem verificou-se que 20% dos modelos dos grupos de serviços apresentaram R² ajustado acima de 90%, foram eles: Alvenarias, Impermeabilização, Mobiliário Fixo e Tratamento de Esgoto.

Verificou-se que 20% dos modelos apresentou R² ajustado na ordem de 80%, nesta classificação, apresentam-se: Serviços Preliminares, Instalações Hidrossanitárias, Instalações Complementares e Abastecimento de Água.

Já 10% dos modelos construídos apresentaram R² ajustado maior que 70% como: Superestrutura e Cobertura.

35% apresentaram R² ajustado superiores a 60%: Fundações, Esquadrias de Segurança, Vidros, Revestimentos, Pintura, Serviços Externos e Limpeza Final.

Os grupos de serviços de Instalações Elétricas, Instalações de Incêndio e Muro Perimetral apresentaram R² ajustado menor que 50%, portanto, esses modelos são classificados como de baixa representatividade e não adequados para a aplicação em estimativas de custos paramétricas, apresentaram comportamento não linear.

Na sequência é explanado os serviços e a interpretação dos resultados dos mesmos:

Serviços Preliminares: Esse grupo apresentou boa correlação com o perímetro externo e com a área total, o mesmo apresentou R^2 ajustado na ordem de 80%. O resultado advém da padronização desse grupo de serviços em todas as amostras, evidenciando-se poucas variações no montante de recursos destinados a esse serviço, nos apêndices, na figura 68 apresenta-se o resumo da regressão linear múltipla do mesmo.

Contudo, salienta-se que o grupo em estudo apresenta valores de custos elevados nas unidades térreas, implantadas com frequência no interior do estado de São Paulo, estas, que estão presentes em número de 8 unidades para as 39 unidades que constituem a amostra, dessa forma, os dados apresentaram 2 tendências distintas na regressão.

Fundações: Apresentou no início da modelagem R^2 ajustado inferior a 40% na regressão linear simples, utilizando-se a área total como direcionador único. Na análise multivariada o serviço mostrou melhor desempenho, na ordem de 60%, todavia, insatisfatório para efeitos de estimativa paramétrica. O serviço contou com um baixo número de dados consistentes que entraram na análise.

As diferenças de tipos de fundações foi outro fator preponderante para o resultado baixo, as unidades do litoral do estado apresentaram custos altos quando comparadas as unidades do interior do estado. O resumo da construção do modelo apresenta-se na figura 69 dos apêndices.

Superestrutura: Apresentou 71% de poder de explicação. O concreto estrutural e o graute (modelos de quantitativos que serão apresentados a seguir) apresentaram coeficientes de determinação abaixo de 40%, já as formas apresentaram coeficientes acima de 90%, bem como o Aço CA - 60 que apresentou R^2 ajustado acima de 90%. A variação pode decorrer devido aos sistemas construtivos utilizados: convencional e estrutural alto portante e a grande aplicação de aço nas edificações.

As diferentes tecnologias utilizadas nas unidades térreas e nas unidades compactas podem ter interferido na qualidade dos dados e consequentemente no resultado, na figura 70 dos apêndices está o resumo da saída da construção do modelo.

Alvenarias: A regressão relacionou os custos desse serviço com os direcionadores perímetro interno e a área total gerando um modelo com R^2 ajustado na ordem de 93%. A resultado do modelo dá-se devido ao serviço não possuir oscilações como no serviço de

Fundações, por exemplo. A saída do software está apresentada na figura 71 nos apêndices do trabalho.

Esquadrias de Segurança: O serviço de maior representatividade de custos da amostra apresentou R^2 ajustado na ordem de 93 %. O serviço é constituído de diversos serviços de esquadrias e serralheria, sendo este, o grande responsável pelos custos dos empreendimentos penais juvenis.

Vidros: Serviço apresentou coeficiente de determinação de 68%, o serviço contou com 4 tipos de vidros: placa de poliéster, vidro blindado, laminado liso e vidro orgânico.

O modelo de baixo poder explicativo pode estar ligado a heterogeneidade de vidros que compõem a amostra. O perímetro externo e a área total foram os direcionadores desse serviço. O resumo do modelos encontra-se na figura 73 dos apêndices do trabalho.

Revestimentos: Serviço apresentou R^2 ajustado de 66%. As unidades de internação apresentam poucas áreas onde aplicam-se revestimentos, restringindo-se a área administrativa e as oficinas de alimentação, local onde os internos aprendem panificação e outros cursos de gastronomia.

Os direcionadores que mostraram melhor desempenho foram o perímetro interno e o perímetro externo. O serviço apresentou nível de correlação baixo, devido a qualidade dos dados, o resumo da saída da regressão linear múltipla apresenta-se na figura 74 dos apêndices.

Cobertura: Os dados de cobertura mostraram-se de baixa qualidade, o R^2 ajustado máximo alcançado foi de 72 %, a verificação dos resíduos mostraram pontos com tendências. O resultado da construção do modelo está presente na figura 74 nos apêndices. A cobertura das unidades de internação é constituída por uma estrutura de aço com vigas treliçadas e terças constituídas de perfis laminados.

Impermeabilização: O serviço representa a impermeabilização rígida e a impermeabilização as áreas molhadas do interior da edificação, o modelo desse grupo de serviço apresentou representatividade na ordem de 98%. O resumo da Regressão Linear Múltipla está presente na figura 76 nos apêndices do trabalho.

Mobiliário Fixo: O custo do serviço mostrou afinidade com os três direcionadores de custos, apresentando poder de

explicação na ordem de 96%, o resultado pode ser verificado na figura 77 nos apêndices do trabalho.

O serviço é de grande importância em obras de uma unidades de internação, devido a esse serviço, é frequente atrasos no planejamento da obra quando as empresas que o executam o fazem pela primeira vez. Os móveis fixos são construídos em concreto aparente com alto fck, sendo costurados com barras de aço em suas bases e também nas paredes dos dormitórios ou refeitórios, o emprego de graute na junção com as barras de aço nesse serviço é grande, para garantir a solidez da peça.

Instalações Hidrossanitárias: O Serviço mostrou correlação com os 3 direcionadores, apresentou R^2 ajustado de 83%, com comportamento não linear, durante a construção do modelos 6 amostras foram retiradas da análise por apresentarem valores incompatíveis com o restante das amostras. O quadro resumo da Regressão Linear Múltipla encontra-se na figura 77 dos apêndices do trabalho.

Pintura: O serviço de pintura apresentou R^2 ajustado de 63%. Orçamentos anteriores ao ano de 2010 apresentaram quantitativos baixos para esse serviço, dessa forma ocorreram 2 comportamentos distintos nos dados desse serviço, na figura 79 dos apêndices do trabalho encontra-se a saída do software Statistica.

Instalações Elétricas: O serviço de instalações elétricas apresentou baixa correlação com os direcionadores de custos, tentativas de retiradas de dados que se comportaram como extremes foram feitas, a amostra diminui para 33 edificações na regressão múltipla, mesmo com todas as tentativas e ajustes, o serviço apresentou um modelo de baixa qualidade com R^2 ajustado de 48%, classificando-se desta forma de baixo poder de explicação e com comportamento não linear. O resultado da Regressão Linear Múltipla para este serviço encontra-se na figura 80 nos apêndices do trabalho.

Instalações Complementares: Grupo de serviço com uma grande gama de serviços especializados apresentou o modelo com 86% de poder de explicação dos custos.

7 amostras foram supridas da análise, os dados das mesmas encontravam-se incompletos e pertenciam as unidades de internação antigas da amostra, o resumo do resultado encontra-se na figura 81 dos apêndices do trabalho.

Muro Perimetral: O serviço apresentou correlação apenas com o direcionador perímetro externo, apresentou R^2 ajustado de 48

%, 3 amostras saíram da análise por apresentarem valores muito baixos, o serviço inclui os muros externos executados em blocos de concreto e alambrados com instalação de barreira de proteção perimetral (concertina), o resultado pode ser verificado na figura 83 dos apêndices.

Tratamento de Esgoto: O serviço apresentou R^2 ajustado de 82%, contou com 25 amostras presentes na análise, não houve eliminação de dados, algumas unidades de internação da amostra não tiveram esse serviço em seu escopo por serem atendidas pela rede pública. O quadro resumo encontra-se com a figura 84 nos apêndices do trabalho.

Serviços Externos: Apresentou R^2 ajustado de 63%, o serviço depende do terreno onde a unidade de internação é implantada, os dados continham duas tendências de comportamento, uma para a amostra composta de unidades compactas e outra para unidades térreas.

Foi observado que uma porcentagem da obra era destinada a esses serviços para as unidades compactas enquanto nas unidades térreas contavam o serviço era orçado detalhadamente apresentando-se com custos mais altos. O quadro resumo bem como o gráfico da regressão encontra-se na figura 85 nos apêndices do trabalho.

Abastecimento de Água: Serviço representado pela execução de poços semi-artesianos, com vazão suficiente para atender as demandas das unidades de internação, foi representado na análise por apenas 15 amostras, esse serviço é incorporado ao escopo quando a unidade é implantada em locais distantes do abastecimento público. O serviço apresentou R^2 ajustado de 81%, com comportamento não linear.

Limpeza Final: Algumas amostras não possuíam esse serviço orçado, a amostra contou com 27 dados, o R^2 ajustado obtido foi de 64%, o serviço apresentou correlação com os três direcionadores, apresentou comportamento não linear, o gráfico da Regressão Linear Múltipla está na figura 87 dos apêndices do trabalho.

Quadro 5. Resumo das equações: quantitativos

	Quantitativos	Equação	R ² ajustado
1	Graute (m ³)	QG: - 159,77 + 0,89 * PI	0,37
2	Grade SAE 10451 (m ²)	QSAE10451: - 173,60 - 1,22 * PE + 2,00 * PI	0,96
3	Grade Forro 1008/1010 (m ²)	Q1008/1010: 826,33 + 0,66 * PE - 1,35 * PI - 0,15 * AT	0,86
4	Placa de Poliéster (m ²)	QPP:83,32 + 0,06 * PI	0,13
5	Portas de Segurança (m ²)	QPSEG: 94,45 + 0,02 * PE	0,98
6	Forma de Madeira Comum (m ²)	QFM: 1991,25 + 2,49 * PE - 3,79 * PI - 0,25 * AT	0,93
7	Forma de Compensado (m ²)	QFC: 322,02 + 1,04 * PE - 0,97 * PI	0,92
8	Quantidade de Aço CA -50 (kg)	QACA-50: 4.416,57 + 9,95 * PI + 5,68 * PE	0,69
9	Quantidade de Aço CA -60 (kg)	QACA-60: 415,95 + 2,05 * PI - 0,29 * PE + 0,04 * AT	0,92
10	Armadura em Tela Soldada (Kg)	QATS: -5.565,77 + 34,83 * PE + 23,87 * PI -2,18 * AT	0,83
11	Quantidade de Concreto Estrutural (Kg)	QCE: 488,84 - 0,12 * AT + 0,72 * PE - 0,35 * PI	0,59
12	Alvenaria 14 cm (m ²)	QALV14: 823,41 + 2,98 * PI - 0,41 * AT	0,14
13	Esquadrias de Segurança (m ²)	QESEG: 652,62 + 1023,8 * IC	0,85

Fonte: Autora (2016)

Foram gerados 13 modelos de quantitativos, construídos a partir dos 3 insumos de maior representatividade na Curva ABC de Insumos do Serviço de Esquadrias de Segurança. Outros índices também foram gerados, estes, que compõem a superestrutura e a alvenaria de bloco que contou com a modelagem referente ao bloco de 14 cm.

O serviço de Esquadrias representa cerca de 25% do custo total de uma unidade de internação, o insumo que responde por 53,37% dos custos desse serviço é a Grade de Aço SAE 10451, seguida da Grade para Forro 1008/1010 com representação de 12,17% e as portas de segurança representando 7,86% do custo, juntos, esses 3 insumos respondem por 73,39% dos custos do serviço do Serviço de Esquadrias de Segurança.

Esses três insumos apresentaram R² ajustado superior a 85%, as unidades de internação possuem uma alta taxa de esquadrias de segurança e a informação desses indicadores possibilita a estimativa rápida através da quantificação.

A Grade SAE 10451, Grade Forro, Formas, Aço CA-60, Armadura em Tela Soldada apresentaram comportamentos não lineares, ambos os insumos apresentaram problemas nos dados onde grande variabilidade foi constatada, dado este fator, a aplicabilidade de modelos com essas características deve ser analisada.

Tabela 6. Resumo das equações: Localização

	Modelo	Equação	R ² ajustado
1	Capital SP e Litoral	CSPLIT: $670.201,89 + 2.452,59 * PE + 846,96 * AT + 7.111,44 * PI$	0,76
2	Interior de SP	CISP: $- 1.710.99,00 + 18.911,00 * PI$	0,89

Fonte: Autora (2016)

Os modelos de localização apresentados na tabela 6 permitem o cálculo do custo total da unidade de internação a partir da localização aproximada. Inicialmente foi feita a modelagem para todas as regiões do estado de São Paulo, excluindo da análise a região sul do estado que não teve nenhum empreendimento incorporado na amostra dessa pesquisa.

Contudo, contou-se com apenas 39 amostras e foram estipuladas inicialmente 5 regiões para geração de modelos por localização o número de dados mostrou-se pequeno para modelagem via regressão linear múltipla, dificultando a construção de modelos devido aos poucos pontos disponíveis. Desta forma os dados foram divididos em 2 grupos, um com 18 amostras e outro com 21 amostras.

Fizeram parte do modelo de localização denominado Capital de SP e litoral as 18 amostras que incluíram unidades de internação da capital, região metropolitana de São Paulo e Campinas.

Contaram com 21 amostras o modelo de localização denominado de interior de SP, este que englobou as unidades de internação das regiões norte, nordeste, sudoeste e noroeste do estado de São Paulo.

O modelo que prevê o cálculo do custo de uma unidade para a capital de SP alcançou coeficiente de determinação de 76%, já o modelo para cálculo de empreendimentos no interior do estado alcançou R² ajustado de 89%.

A diferença no desempenho dos modelos ocorre devido que na capital do estado as unidades compactas sobressaem-se no número de implantações, enquanto no interior do estado as implantações são das duas tipologias, nivelando melhor os dados dos modelos.

4.1. Validação

A verificação inicial dos modelos deu-se através da verificação individual dos gráficos de resíduos na saída do software,

os mesmos foram gerados em diagramas de dispersão, conforme recomendações de Barbeto, Reis e Bornia (2010).

A dispersão de cada variável independente foi verificada com seus valores preditos, estes, que são a combinação linear das variáveis independentes. Modelos com baixo poder de explicação oriundos de dados com problemas mostraram evidentes tendências nos resíduos.

A validação inicial, ocorre com a retirada de 2 (duas) amostras dentre as 39 amostras que foram utilizadas no trabalho. Para os modelos de localização uma amostra de cada região e de cada uma das tipologias tem seus custos estimados através dos mesmos.

Os modelos de quantitativos foram validados apenas via Monte Carlo, excetuando-se o modelo de previsão de quantitativos de esquadrias de segurança que foi validado de formas simples como apresenta-se na sequência.

A validação dos modelos tem como objetivo a verificação da aplicabilidade dos modelos gerados da pesquisa, quando estes não são validados é apresentado a justificativa com o diagnóstico breve.

Tabela 7. Validação dos modelos paramétricos de custos

Serviços	Compacta	Estimado	Custo Real	Compacta	Erro	Térrea	Estimado	Custo Real	Térrea	Erro
1 Serviços Preliminares	R\$ 149.416,96		R\$ 142.532,67		R\$ 6.884,29	R\$ 311.087,68		R\$ 842.766,89		R\$ 531.679,21
2 Fundações	R\$ 624.490,85		R\$ 417.633,70		R\$ 206.857,15	R\$ 1.043.354,77		R\$ 478.509,57		R\$ 564.845,20
3 Superestrutura	R\$ 1.019.504,04		R\$ 1.190.587,35		R\$ 171.083,31	R\$ 916.859,63		R\$ 715.741,19		R\$ 201.118,44
4 Alvenarias	R\$ 254.042,93		R\$ 358.848,79		R\$ 104.805,86	R\$ 254.042,93		R\$ 511.825,16		R\$ 257.782,23
5 Esquadrias de Segurança	R\$ 1.335.817,66		R\$ 1.634.850,91		R\$ 299.033,25	R\$ 252.378,21		R\$ 571.539,63		R\$ 319.161,42
6 Vidros	R\$ 8.317,80		R\$ 21.202,48		R\$ 12.884,68	R\$ 24.017,44		R\$ 21.269,78		R\$ 2.747,66
7 Revestimentos	R\$ 335.654,61		R\$ 116.883,61		R\$ 218.771,00	R\$ 652.484,18		R\$ 538.107,48		R\$ 114.376,70
8 Cobertura	R\$ 696.167,33		R\$ 601.170,09		R\$ 94.997,24	R\$ 599.340,50		R\$ 111.038,35		R\$ 488.302,15
9 Impermeabilização	R\$ 69.125,33		R\$ 139.904,42		R\$ 70.779,09	R\$ 179.056,48		R\$ 212.169,59		R\$ 33.113,11
10 Mobiliário Fixo	R\$ 138.330,31		R\$ 93.613,62		R\$ 44.716,69	R\$ 234.379,08		R\$ 149.051,41		R\$ 85.327,67
11 Instalações Hidrossanitárias	R\$ 84.284,34		R\$ 472.628,50		R\$ 388.344,16	R\$ 244.626,48		R\$ 345.229,78		R\$ 100.603,30
12 Pintura	R\$ 361.210,03		R\$ 264.318,80		R\$ 96.891,23	R\$ 401.353,21		R\$ 330.796,10		R\$ 70.557,11
13 Instalações Elétricas	R\$ 167.295,28		R\$ 378.040,67		R\$ 210.745,39	R\$ 166.328,46		R\$ 166.488,57		R\$ 160,11
14 Instalações Complementares	R\$ 277.368,22		R\$ 210.072,17		R\$ 67.296,05	R\$ 573.922,20		R\$ 540.386,22		R\$ 33.535,98
15 Custo Instalações Incêndio	R\$ 34.575,52		R\$ 27.783,99		R\$ 6.791,53	R\$ 68.162,01		R\$ 35.135,65		R\$ 33.026,36
16 Muro Perimetral	R\$ 493.160,89		R\$ 227.987,33		R\$ 265.173,56	R\$ 685.902,69	não presente amostra	não presente amostra		
17 Tratamento de Esgoto	R\$ 237.122,12		R\$ 488.839,00		R\$ 251.716,88	R\$ 253.514,31		R\$ 662.665,43		R\$ 409.151,12
18 Serviços Externos	R\$ 395.676,67		R\$ 62.822,05		R\$ 332.854,62	R\$ 499.255,26		R\$ 1.014.566,13		R\$ 515.310,87
19 Abastecimento de Água	R\$ 360.726,05	não presente amostra	não presente amostra			R\$ 647.968,67		R\$ 647.836,84		R\$ 131,83
20 Limpeza Final	R\$ 19.310,91		R\$ 21.829,22		R\$ 2.518,31	R\$ 8.099,79		R\$ 14.310,74		R\$ 6.210,95
Custo total estimado	R\$ 7.061.597,86					R\$ 8.016.133,98				
Custo real unidade	R\$ 6.423.514,82					R\$ 7.978.442,37				
Erro R\$	R\$ 638.083,04					R\$ 37.691,61				
Erro percentual %			9,04			0,50				

Fonte: Autora (2016)

A validação simples dos modelos de custos através da retirada de duas amostras do banco de dados apresentaram erro percentual na ordem de 9,04% para mais, para a amostra de unidade de internação, denominada de modelo Compacta. O erro percentual

de 0,50% para mais, foi determinado para uma amostra de unidade de modelo Térrea.

As unidades compactas via validação mostraram resultados satisfatórios para os modelos de custos dos serviços:

- Serviços Preliminares
- Superestrutura
- Esquadrias de Segurança
- Alvenarias
- Revestimentos
- Pintura
- Instalações Complementares
- Custo Instalações Incêndio
- Tratamento de Esgoto
- Abastecimento de Água

As unidades térreas mostraram melhores resultados, não considerando o poder de explicação do R^2 ajustado, para os modelos de custos de serviços:

- Superestrutura
- Esquadrias de Segurança
- Vidros
- Revestimentos
- Mobiliário Fixo
- Pintura
- Instalações Elétricas
- Instalações Complementares
- Custo Instalações Incêndio
- Abastecimento de Água

A junção de 2 tipologias de unidades de internação no mesmo banco de dados, uma delas apresentando menor área total, contando com 2 pavimentos e outro modelo caracterizando-se como uma edificação térrea, com área maior horizontal, teve como consequências o comportamento de duas tendências nos dados, como pode ser verificado em alguns serviços durante a validação.

Analisando os modelos de grupos de serviços separadamente, constatou-se que alguns modelos que apresentaram R^2 ajustado satisfatório e não alcançaram êxito na validação.

Tabela 8. Validação simples do modelo para quantitativo de esquadrias de segurança

QESEG: 652,62 + 1023,8 * IC	Quantidade de esquadrias		
	Estimado (m²)	Retirados dos pr	Erro %
Modelo Compacto (m²)	1338,57	1410,73	5,12
Modelo Térrea (m²)	755,00	682,06	9,66

Fonte: Autora (2016)

O modelo para quantificar as esquadrias de segurança apresentou erro na ordem de 5,12% para as unidades de modelos compactas e erro de 9,66% para as unidades térreas, como pode ser verificado na tabela 8. O mesmo apresentou R^2 ajustado de 85%.

Tabela 9. Validação dos Modelos por localização: Capital e Litoral de São Paulo

Validação Capital e Litoral de SP	Precisão	
Unidade Térrea através do modelo	R\$ 11.841.859,54	
Unidade Térrea custo real	R\$ 13.176.659,09	
Erro	R\$ 1.334.799,55	10,13%
Unidade Compacta através do modelo	R\$ 5.789.371,99	
Unidade Compacta custo real	R\$ 5.528.847,33	
Erro	R\$ 260.524,66	4,50%

Fonte: Autora (2016)

Na tabela 9 encontra-se a validação simples para as unidades com localização na capital e no litoral do estado de São Paulo, ambas sob a equação:

$$CSPLIT: 670.201,89 + 2.452,59 * PE + 846,96 * AT + 7.111,44 * PI$$

Sendo CSPLIT a sigla para abreviar a descrição do custos para São Paulo e Litoral.

O resultado da Regressão Linear Múltipla pode ser verificado na figura 70 nos apêndices do trabalho.

Na validação simples, verificou-se que a unidade térrea apresentou erro de 10,13% para menos e a unidade compacta apresentou erro de 4,50% para menos.

O modelo de localização apresentou um coeficiente de determinação de 76%, abaixo do recomendado como ideal pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos da América (2011), número que situa-se na acima da ordem de 80%.

Mesmo apresentando-se como um modelo de moderado poder de explicação o mesmo se utilizado com cautela tem capacidade de estimar com erros aceitáveis para a fase de estimativa.

Tabela 10. Validação dos Modelos por localização: Interior de São Paulo

Validação Interior de SP	Custo	Erro percentual
Unidade Térrea através do modelo	R\$ 15.805.701,97	
Unidade Térrea custo real	R\$ 16.059.748,15	1,58%
Erro	R\$ 254.046,18	
Unidade Compacta através do modelo	R\$ 6.511.891,02	
Unidade Compacta custo real	R\$ 7.978.442,37	
Erro	R\$ 1.466.551,35	18,38%

Fonte: Autora (2016)

O modelo de localização do interior do estado de São Paulo sob a equação:

$$\text{CISP: } - 1.710.990,00 + 18.911,00 * \text{PI}$$

Sendo CISP = Custo para o interior de São Paulo.

Na validação simples o modelo apresentou erro percentual de 1,58% para menos na estimativa de custos de uma unidade térrea, enquanto a unidade compacta apresentou erro percentual na ordem de 18,38% para menos.

A presença de unidades térreas em maior quantidade no grupo de amostras do interior do estado de São Paulo pode ter contribuído para que a validação obtivesse erro percentual menor.

Salienta-se, que as duas tipologias são implantadas na capital do estado e no interior do estado, porém, existe maior número de implantações das unidades compactas nas cidades mais populosas do estado de São Paulo, devido à baixa disponibilidade de terreno.

4.2. Validação via Monte Carlo

Os modelos produzidos foram validados também através da Simulação de Monte Carlo, ou seja, utilizou-se de uma sequência de

números aleatórios para cada um dos direcionadores de custos, para desta forma efetuar as simulações com empreendimentos fictícios.

Os direcionadores: Área Total, Perímetro Interno, Perímetro Externo e Índice de Compacidade tiveram suas distribuições de frequência reconhecidas, cada um desses parâmetros foi simulado para a geração de números diferentes dos presentes na amostras, as propriedades das distribuições de probabilidade foram analisadas para que o método fosse aplicado.

A amostra que viabilizou a pesquisa, em número de 39 unidades de internação, contando com 2 tipologias diferentes (Modelos Compactos e Modelos Térreos) tiveram seus parâmetros reproduzidos através da simulação.

Foram simulados 1000 cenários para cada um dos direcionadores, ou seja, mais de 39 empreendimentos para testar as equações com valores diversos.

O objetivo do uso do método foi simular a aplicação dos modelos para unidades de internação com valores de Área Total, Perímetro Interno, Perímetro Externo e Índice de Compacidade diferentes (considerando-se que os dados referentes a estatística descritiva permaneceram os mesmos: média e desvio padrão, mas os valores gerados não), na busca de verificações de comportamento das equações geradas no trabalho.

1000 simulações deram-se através do esclarecimento feito por Bruni, Fama e Siqueira (1998), onde os autores esclarecem que a estabilização da média e do desvio padrão ocorre por volta da 200ª simulação, quando da realização de 1000 simulações.

Para Abreu e Stephan (1982, p. 152) apud Di Bernardi (2002), não existe a necessidade de repetir o processo de simulação mais de 1.000 vezes, “já que depois de um certo tempo as frequências tendem a se estabilizar e as modificações que ocorrem só afetam marginalmente a distribuição de probabilidade”.

4.2.1 Validação dos Serviços

A tabela contendo as simulações encontra-se nos apêndices do trabalho anexada em CD devido sua extensão. A função da aplicação da simulação para as equações foi obter os custos mínimo, médio e máximo dos serviços, informações que possibilitam velocidade de resposta e diagnóstico de previsão com déficit ou

superávit de custos durante a estimativa expedita utilizando as equações obtidas na pesquisa.

A seguir é apresentada as tabelas resumo para cada um dos serviços.

Tabela 11. Monte Carlo: Serviços Preliminares

Serviços Preliminares

$$CSP = 71.072,37 + 259,44 * PE + 20,02 * AT$$

Custo Mínimo	R\$ 119.446,85
Custo Máximo	R\$ 402.633,05
Custo Médio	R\$ 192.125,57
Desvio Padrão	R\$ 36.990,86

Fonte: Autora (2016).

Os Serviços Preliminares apresentaram custo médio via Monte Carlo de R\$192.125,57, o desvio padrão foi de R\$36.990,86, como apresenta-se no resumo apresentado na tabela 11.

Tabela 12. Monte Carlo: Fundações

Fundações

$$CF = 356.857,70 + 700,20 * PE + 82,70 * AT$$

Custo Mínimo	R\$ 634.660,48
Custo Máximo	R\$ 1.218.173,63
Custo Médio	R\$ 861.502,03
Desvio Padrão	R\$ 60.025,09

Fonte: Autora (2016).

O Serviço de Fundações apresentou custo médio de R\$ 861.502,03 com desvio padrão de R\$ 60.025,09 como apresenta a tabela 12.

Tabela 13. Monte Carlo: Superestrutura

Superestrutura

$$CSUP = -464.150,49 + 2.926,62 * PI + 94,06 * AT + 177,43 * PE$$

Custo Mínimo	R\$ 80.438,67
Custo Máximo	R\$ 2.606.788,61
Custo Médio	R\$ 1.084.317,22
Desvio Padrão	R\$ 125.275,13

Fonte: Autora (2016).

O Serviço de Superestrutura apresentou custo médio de R\$1.084.317,22, com desvio padrão de R\$125.275,13, verificou-se que quando o modelo foi testado para unidades de internação

fictícias com baixo valor de Área Total ele apresentou valores muito pequenos, não exequíveis na execução real de um empreendimento, os valores resumo da simulação são apresentados na tabela 13 acima.

Tabela 14. Monte Carlo: Alvenarias

Alvenarias

$$CA = 20.908,59 + 687,70 * PI + 41,00 * AT$$

Custo Mínimo	R\$ 395.462,52
Custo Máximo	R\$ 748.447,71
Custo Médio	R\$ 419.286,79
Desvio Padrão	R\$ 37.616,01

Fonte: Autora (2016).

O Serviço de Alvenarias apresentou custo médio de R\$ 419.286,79 com desvio padrão de R\$ 37.616,01 como apresenta a tabela 14 acima. Esse serviço depende diretamente do Perímetro Interno das paredes, verificou-se que o mesmo apresentou valores extremamente baixos quando sua equação entrou em contato com dados simulados com valores de perímetros internos baixos.

Tabela 15. Monte Carlo: Esquadrias de Segurança

Esquadrias de Segurança

$$CESEG = 43.328,75 + 77,40 * PE + 264,40 * PI + 33,60 * AT$$

Custo Mínimo	R\$ 331.222,12
Custo Máximo	R\$ 2.009.589,90
Custo Médio	R\$ 1.700.967,59
Desvio Padrão	R\$ 225.091,07

Fonte: Autora (2016).

O Serviço de Esquadrias de Segurança obteve custo médio de R\$1.700.967,59 com desvio padrão de R\$ 225.091,07, como apresenta a tabela 15 acima.

Tabela 16. Monte Carlo: Vidros

Vidros

$$CV = -18.909,80 + 33,70 * PE + 11,30 * AT$$

Custo Mínimo	R\$ 184,26
Custo Máximo	R\$ 64.676,15
Custo Médio	R\$ 17.853,81
Desvio Padrão	R\$ 8.210,35

Fonte: Autora (2016).

O Serviço de Vidros apresentou custo médio de R\$17.853,81 com desvio padrão de R\$8.210,35 como apresenta a tabela 16. Esse serviço quando testado com Perímetros Externos e Área Totais pequenas apresentou resultados pequenos longe de exequibilidade. Tal comportamento pode ser resultado de poucos dados em orçamentos antigos, a modelagem contou apenas com 12 amostras, número baixo para a utilização de Regressão Linear Múltipla.

Tabela 17. Monte Carlo: Revestimentos

Revestimentos

CR: $264.395,50 + 472,76 * PE$

Custo Mínimo	R\$ 360.217,46
Custo Máximo	R\$ 732.483,30
Custo Médio	R\$ 396.774,52
Desvio Padrão	R\$ 63.381,92

Fonte: Autora (2016).

O Serviço de Revestimentos apresentou custo médio de R\$ 396.774,52 com desvio padrão de R\$ 63.381,92 como verifica-se na tabela 17.

Tabela 18. Monte Carlo: Coberturas

Cobertura

CR: $151.634,80 - 349,00 * PE + 916,50 * PI + 74,50 * AT$

Custo Mínimo	R\$ 616.135,39
Custo Máximo	R\$ 913.137,37
Custo Médio	R\$ 632.847,83
Desvio Padrão	R\$ 74.236,77

Fonte: Autora (2016).

O Serviço de Cobertura apresentou custo médio de R\$ 632.847,83 com desvio padrão de R\$ 74.236,77 como verifica-se na tabela 18.

Tabela 19. Monte Carlo: Impermeabilização

Impermeabilização

CI: 88.069,08 + 125,68 * PE

Custo Mínimo	R\$ 88.069,08
Custo Máximo	R\$ 212.507,01
Custo Médio	R\$ 121.811,87
Desvio Padrão	R\$ 17.062,31

Fonte: Autora (2016).

O Serviço de Impermeabilização apresentou custo médio de R\$ 121.811,87 com desvio padrão de R\$ 17.062,31.

Tabela 20. Monte Carlo: Mobiliário Fixo

Mobiliário Fixo

CMF: 116.727,69 + 143,32 * PE

Custo Mínimo	R\$ 120.745,02
Custo Máximo	R\$ 258.631,29
Custo Médio	R\$ 156.859,18
Desvio Padrão	R\$ 19.214,61

Fonte: Autora (2016).

O Serviço de Mobiliário Fixo apresentou custo médio de R\$ 156.859,18 e desvio padrão de R\$19.214,61, como apresenta a tabela 20.

Tabela 21. Monte Carlo: Instalações Hidrossanitárias

Instalações**Hidrossanitárias**

CIH: 160.094,80 + 213,88 * PE – 209,77 * PI – 8,59 * AT

Custo Mínimo	R\$ 48.459,55
Custo Máximo	R\$ 242.086,85
Custo Médio	R\$ 108.087,74
Desvio Padrão	R\$ 29.549,55

Fonte: Autora (2016).

O Serviço de Instalações Hidrossanitárias apresentou custo médio de R\$108.087,74 e desvio padrão de R\$29.549,55 como apresenta a tabela 21. Considerando a finalidade de estimativa o modelo pode ser utilizado com ressalvas considerando-se a faixa de erro aceitável na estimativa.

Tabela 22. Monte Carlo: Pintura

PinturaCP: $352.181,30 + 59,90 * PE$

Custo Mínimo	R\$ 353.860,32
Custo Máximo	R\$ 298.174,58
Custo Médio	R\$ 411.489,32
Desvio Padrão	R\$ 8.030,66

Fonte: Autora (2016).

O Serviço de Pintura apresentou custo médio de R\$ 411.489,32 e desvio padrão de R\$8.030,66 como apresenta a tabela 22.

Tabela 23. Monte Carlo: Instalações Elétricas

Instalações ElétricasCIE: $209.500,20 + 18,00 * AT - 178,20 * PI$

Custo Mínimo	R\$ 87.830,56
Custo Máximo	R\$ 256.044,23
Custo Médio	R\$ 178.217,01
Desvio Padrão	R\$ 13.164,13

Fonte: Autora (2016).

O Serviço de Instalações Elétricas apresentou custo médio de R\$178.217,01 e desvio padrão de R\$13.164,13 como apresenta a tabela resumo 23.

Tabela 24. Monte Carlo: Instalações Complementares

Instalações**Complementares**CIC: $-149.969,00 + 510,00 * PE + 806,00 * PI$

Custo Mínimo	R\$ 28.438,96
Custo Máximo	R\$ 1.022.183,72
Custo Médio	R\$ 342.973,06
Desvio Padrão	R\$ 82.799,88

Fonte: Autora (2016).

O Serviço de Instalações teve o custo médio de R\$342.973,06 e desvio padrão de R\$82.799,88 como elenca a tabela 24.

Tabela 25. Monte Carlo: Instalações de Incêndio

Instalações de IncêndioCII: $-19.532,80 + 70,30 * PE + 22,20 * AT$

Custo Mínimo	R\$ 13.426,95
Custo Máximo	R\$ 148.133,50
Custo Médio	R\$ 53.829,76
Desvio Padrão	R\$ 16.470,14

Fonte: Autora (2016).

O Serviço de Instalações de Incêndio teve o custo médio de R\$ 53.829,76 com desvio padrão de R\$ 16.470,14 como evidencia-se na tabela resumo 25.

Tabela 26. Monte Carlo: Muro Perimetral

Muro PerimetralCMP: $365.723,20 + 845,47 * PE$

Custo Mínimo	R\$ 389.422,12
Custo Máximo	R\$ 1.202.837,58
Custo Médio	R\$ 602.465,92
Desvio Padrão	R\$ 113.350,36

Fonte: Autora (2016).

O Serviço de Muro Perimetral apresentou custo médio de R\$602.465,92 com desvio padrão de R\$113.350,36 como apresenta a tabela 26.

Tabela 27. Monte Carlo: Tratamento de Esgoto

Tratamento de EsgotoCTE: $43.328,75 + 77,40 * PE + 267,40 * PI + 33,60 * AT$

Custo Mínimo	R\$ 160.987,20
Custo Máximo	R\$ 438.400,32
Custo Médio	R\$ 262.405,12
Desvio Padrão	R\$ 26.996,40

Fonte: Autora (2016).

O Serviço de Tratamento de Esgoto teve custo médio de R\$262.405,12 e desvio padrão de R\$26.996,40 como verifica-se na tabela resumo 27.

Tabela 28. Monte Carlo: Serviços Externos

Serviços ExternosCSE: $- 1.005.128,25 + 3078,63 * PI + 412,36 * PE$

Custo Mínimo	R\$ 1.427,86
Custo Máximo	R\$ 2.200.426,90
Custo Médio	R\$ 461.150,67
Desvio Padrão	R\$ 117.823,91

Fonte: Autora (2016).

Os Serviços Externos apresentaram custo médio de R\$461.150,67 e desvio padrão de R\$117.823,91, o custo mínimo apresentado no método mostra-se inexequível, as informações resumidas de saída são apresentadas na tabela 28.

Tabela 29. Monte Carlo: Abastecimento de Água

Abastecimento de ÁguaCAA: $312.189,70 + 580,01 * PE - 103,91 * AT$

Custo Mínimo	R\$ 798,00
Custo Máximo	R\$ 675.378,04
Custo Médio	R\$ 225.134,55
Desvio Padrão	R\$ 96.871,52

Fonte: Autora (2016).

O Serviço de Abastecimento de Água apresentou custo médio de R\$225.134,55 com desvio padrão alto de R\$96.871,52. O modelo quando testado para unidades que contam com grande área total mostra-se inapropriado.

Tabela 30. Monte Carlo: Limpeza Final

Limpeza FinalCLF: $36.754,17 - 34,02 * PI - 1,66 * AT + 4,00 * PE$

Custo Mínimo	R\$ 4.863,92
Custo Máximo	R\$ 30.822,42
Custo Médio	R\$ 19.081,82
Desvio Padrão	R\$ 1.751,68

Fonte: Autora (2016).

O Serviço de Limpeza Final apresentou custo médio de R\$19.081,82 com desvio padrão de R\$1,751,68.

4.2.2 Validação dos Quantitativos

A seguir apresenta-se as tabelas resumo da simulação de Monte Carlo para cada um dos modelos de quantitativos gerados.

Tabela 31. Monte Carlo: Placa de Poliéster

Placa de Poliéster (m²)

QPP: $83,32 + 0,06 * PI$

Quantidade Mínima	88,35
Quantidade Máxima	139,14
Quantidade Média	109,43
Desvio Padrão	1,68

Fonte: Autora (2016).

A Placa de Poliéster insumo pertencente ao Serviço de Esquadrias de Segurança apresentou quantidade média de 109,43 m² com desvio padrão de 1,68 m², como apresenta a tabela 31.

Tabela 32. Monte Carlo: Portas de Segurança

Portas de Segurança (m²)

QPSEG: $94,45 + 0,02 * PE$

Quantidade Mínima	95,01
Quantidade Máxima	114,25
Quantidade Média	100,05
Desvio Padrão	2,68

Fonte: Autora (2016).

As Portas de Segurança insumo pertencente ao Serviço de Esquadrias de Segurança que apresenta representatividade de 7,86% na Curva ABC de insumos do Serviço de Esquadrias de Segurança apresentou quantidade média de 100,05 m² com erro padrão de 2,68 m² como evidencia a tabela 32.

Tabela 33. Monte Carlo: Aço CA -50

Aço CA -50 (kg)

QACA-50: $4.416,57 + 9,95 * PI + 5,68 * PE$

Quantidade Mínima	6.559,15
Quantidade Máxima	18.376,67
Quantidade Média	10.336,66
Desvio Padrão	938,89

Fonte: Autora (2016).

O Aço CA-50 apresentou quantidade média de 10.336,66 Kg para um desvio padrão de 938,89 Kg como apresenta a tabela 33.

Tabela 34. Monte Carlo: Aço CA -60

Aço CA -60 (kg)

QACA-60: $415,95 + 2,05 * PI - 0,29 * PE + 0,04 * AT$

Quantidade Mínima	602,27
Quantidade Máxima	2.168,57
Quantidade Média	1.323,49
Desvio Padrão	83,38

Fonte: Autora (2016).

O Aço CA-60 tem como quantidade média 1.323,49 Kg com desvio padrão de 83,38 Kg como apresenta a tabela 34.

Tabela 35. Monte Carlo: Esquadrias de Segurança

Esquadrias de Segurança (m²)

QESEG: $652,62 + 1.023,8 * IC$

Quantidade Mínima	692,57
Quantidade Máxima	1.628,60
Quantidade Média	1.310,83
Desvio Padrão	171,97

Fonte: Autora (2016).

O quantitativo para Esquadrias de Segurança apresentou quantidade média de 1.628,60 m² de elementos em grades, chapas de variadas malhas e portões, com desvio padrão de 171,97 m², como apresenta a tabela 35 acima.

Tabela 36. Monte Carlo: Modelos não validados

Modelos não validados via Monte Carlo**Quantitativos**

Graute (m ³)
Grade SAE 10451 (m ²)
Grade Forro 1008/1010 (m ²)
Forma de Madeira Comum (m ²)
Forma de Compensado (m ²)
Armadura em Tela Soldada (Kg)
Alvenaria 14 cm (m ²)
Concreto Estrutural (Kg)

Fonte: Autora (2016).

Os modelos de quantitativos elencados na tabela 36 não apresentaram resultados compatíveis durante a simulação de Monte Carlo os mesmos apresentaram valores negativos, a causa possível desses resultados, refere-se aos dados que não permitiram a modelagem de modelos com padrão linear.

A quantificação dos insumos deu-se através das leituras de orçamentos das amostras mais recentes (ano de 2010 até 2016), estas em sua maioria pertenciam ao Modelo de Unidade Compacta. Na validação via Monte Carlo utilizando-se da amostra como um todo (com Unidades Térreas e Compactas) alguns modelos como os citados anteriormente, não mostraram-se aplicáveis, devido seu comportamento estatístico, podem ser ajustados mas requer outros métodos de modelagem e não a regressão linear múltipla.

4.2.3 Validação modelos de localização

Tabela 37. Monte Carlo: Custo capital e litoral de SP

Modelo de custo capital de SP e litoral

CSPLIT: $670.201,89 + 2.452,59 * PE + 846,96 * AT + 7.111,44 * PI$	
Custo Mínimo	R\$ 3.744.091,17
Custo Máximo	R\$ 11.336.674,27
Custo Médio	R\$ 6.499.285,55
Desvio Padrão	R\$ 719.574,59

Fonte: Autora (2016).

O custo total para uma unidade na capital de SP e litoral d estado apresentou o custo médio de R\$6.499.285,55 com desvio padrão de R\$719.574,59 como verifica-se na tabela 37.

Tabela 38. Monte Carlo: Custo interior de SP

Modelo de custo interior de SP

CISP: $1.710.990,00 + 18.911,00 * PI$

Custo Mínimo	R\$ 4.378.513,85
Custo Máximo	R\$ 19.304.130,29
Custo Médio	R\$ 9.939.869,12
Desvio Padrão	R\$ 529.553,08

Fonte: Autora (2016).

O custo total médio para uma unidade no interior de São Paulo está na ordem de R\$ 9.939.869,12 com desvio padrão de R\$ 529.553,08 como apresenta a tabela 38.

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O objetivo de realizar uma estimativa paramétrica para as edificações com finalidade de Prisões Juvenis para uso em fase de viabilidade para alocação de recursos, fase onde os projetos completos não estão disponíveis foi realizado. A pesquisa também apresentou a sistemática para a montagem do banco de dados para dados de unidades de internação socioeducativas.

5.1. Direcionadores de Custos para Unidades de Internação Socioeducativas

Os direcionadores de custos: Área Total, Perímetro Externo e Perímetro Interno mostraram-se como variáveis independentes explicativas para a modelagem, ou seja, são direcionadores.

O método estatístico utilizado foi a regressão linear múltipla, a entrada dos direcionadores nos modelos sofreu variação de serviço para serviço, sendo incorporados aos modelos de acordo com a força de correlação com a variável dependente em estudo, devido esse fator, em alguns serviços a Área Total direciona em outros ela não destaca-se como direcionador.

Observou-se que o Índice de Compacidade é um direcionador eficaz para a construção do modelo de quantitativo de Esquadrias de Segurança (m^2).

Foi observado que cuidados na modelagem devem ser tomados com o uso do Perímetro Externo e o Índice de Compacidade, ambos correlacionam-se entre si (variáveis independentes), cabendo a eliminação de um dos mesmos da análise, a junção de ambos os direcionadores gera um modelo com maior poder de explicação, porém, existe a presença de multicolinearidade, já que o índice de compacidade deriva do perímetro externo da edificação.

Na análise do Índice de Compacidade, observou-se que as unidades compactas e térreas apresentam Índice de Compacidade similar, ou seja, variando de 67, 80 até 84, desta forma, as unidades de internação das duas tipologias seguem o padrão de distribuição de paredes, verificado após a geração deste índice.

Algumas amostras apresentaram Índice de Compacidade baixos, todavia, foi detectado que as mesmas foram implantadas em complexos existentes, seus projetos foram adequados ao layout dos

terrenos disponíveis, ou seja, a decisão de projeto veio a partir da disponibilidade de terreno e não o oposto.

5.2. Modelos para Serviços

Os grupos de serviços quando organizados contaram com a dificuldade de entrada de dados de mais de um sistema construtivo. Outra peculiaridade é que a edificação denominada de “Administração” das unidades são classificadas como edificações com menor segurança, já as edificações onde os jovens habitam chamadas de “Unidades” apresentam paredes grauteadas, maior densidade de elementos de serralheria e esquadrias de segurança.

Salienta-se que a separação das edificações que compõem o empreendimento por sistema construtivo, dividindo o empreendimento em lotes, ou seja, duplicando ou triplicando os dados e as análises pode melhorar os resultados e beneficiar a construção de modelos de custos mais representativos, todavia, o número de empreendimentos precisa ser mais representativo para modelagem via Regressão Linear Múltipla.

Os serviços com maior representatividade de custos das unidades de internação socioeducativas foram identificados, através da Curva ABC de Serviços, foram: Esquadrias de Segurança, Superestrutura, Cobertura, Esgoto e Instalações Hidráulicas.

Com relação aos grupos de serviços organizados para a estimativa paramétrica, 20% deles apresentaram coeficiente de determinação ajustado acima de 90%:

- Alvenarias;
- Impermeabilização;
- Mobiliário Fixo;
- Tratamento de Esgoto.

20% dos modelos apresentou R^2 ajustado na ordem de 80%:

- Serviços Preliminares;
- Instalações Hidrossanitárias;
- Instalações Complementares;
- Abastecimento de Água.

10% dos modelos tiveram o coeficiente de determinação ajustado maior que 70%:

- Superestrutura;

- Cobertura.

35% das equações apresentaram R^2 ajustado superiores a 60%:

- Fundações
- Esquadrias de Segurança
- Vidros
- Revestimentos
- Pintura
- Serviços Externos
- Limpeza Final

15% dos modelos de custos apresentaram coeficientes de determinação abaixo de 50%, ou seja, modelos que apresentam baixo poder de explicação, não recomendados para estimativas paramétricas:

- Instalações Elétricas;
- Instalações de Incêndio;
- Muro Perimetral.

5.3. Modelos para quantitativos de insumos

Os insumos principais em nível de representatividade de custos inseridos no serviço de esquadrias de segurança foram: Grade SAE 10451, Grade Forro 1008/1010 e Portas de Segurança, ambos os modelos apresentaram R^2 ajustado acima de 85%. Durante a simulação de Monte Carlo a Grade SAE 10451 e Grade Forro 1008/1010 apresentaram resultados inválidos para unidades com grandes áreas verticais.

Graute, Placa de Poliéster e Alvenaria de 14 cm apresentaram coeficientes de determinação ajustados baixos, os quantitativos destes insumos não apresentaram-se uniformes para todas as amostras, ou seja, o banco de dados encontrava-se inconsistente.

A produção de modelos de quantitativos para os principais insumos que determinam o custo do serviço da unidade de internação mostrou-se como uma alternativa recomendada de modelagem paramétrica, os mesmos não requerem atualização via indexação da base de dados de custos, mostrando-se aplicável no

departamento de engenharia do órgão público até que mudanças de projetos sejam realizadas.

O modelo gerado para quantificar a quantidade de esquadrias por m² apresentou coeficiente de determinação de 85%. Na validação via retirada de dois empreendimentos da amostra apresentou erro de 5,12 % para as unidades de modelo compacta e 9,66% para as unidades térreas, apresentando desempenho de estimativa aceitável. Na validação via Monte Carlo o modelo apresentou a quantidade média de 1310,83 m² para a simulação utilizando-se de 1000 cenários possíveis.

É recomendado a não aplicação do modelo de quantificação de esquadrias de segurança para elementos não mensuráveis por área, como exemplo, previsão de quantitativos de ferrolhos, parafusos, pinos, corrimãos e demais itens estimados por unidades ou metro linear, o modelo gerado é para estimativa expedita e não tem objetivo de quantificação determinística. A recomendação deve-se a construção do modelo, que realizou-se via leitura de dados dos projetos arquitetônicos e leitura dos projetos de serralheria e esquadrias: vãos das portinholas, área das janelas, áreas das portas de segurança, portões, gaiolas e demais elementos quantificáveis por área das unidades socioeducativas.

5.4. Modelos de localização

Os modelos de localização apresentaram desempenho aceitável na estimativa de custos, foram gerados 2 modelos onde foram inseridos os direcionadores de custos: Área Total, Perímetro Externo e Perímetro Interno fornecem o custo total do empreendimento para a localização onde o mesmo pode vir a ser implantado.

O modelo de localização para a capital do estado e litoral do mesmo estado apresentou resultado de 10,13 % de erro para menos na estimativa de custo de uma unidade compacta e 4,50% de erro para menos na estimativa de uma unidade térrea, o modelo apresentou um R² ajustado de 76%, ou seja, o modelo tem poder de explicação do custo global de uma unidade de internação a ser implantada na região supracitada na ordem de 76%.

Na validação por Monte Carlo o modelo de localização para a capital e litoral do estado de São Paulo apresentou custo médio de R\$ 6.499.285,55.

O modelo de localização para previsão do custo global de prisões juvenis para o interior do estado de São Paulo apresentou erro

percentual de 1,58% para menos na estimativa de custo de uma unidade térrea, enquanto que para a unidade compacta apresentou erro de 18,38% para menos

O custo médio apresentado pelo Método de Monte Carlo para as unidades do interior de São Paulo foi de R\$ R\$ 9.939.869,12.

Os modelos por localização mostram-se como ferramentas que fornecem respostas rápidas para a tomada de decisão, mostram-se eficazes para estimativas expeditas. Quando da existência de banco de dados de grande porte a modelagem por localização pode ser realizada a nível de municípios oferecendo informação de maior precisão para a estimativa.

5.5. Conclusão geral

A precisão dos modelos de custos, modelos de quantitativos e modelos de localização analisando-se em geral (excluindo-se os serviços onde a metodologia não é aplicável, como Instalações Elétricas, por exemplo) é compatível com a disponibilidade de informações na fase de viabilidade, ou seja, nesta etapa, é possível estimar os custos dos serviços que compõem a obra de Unidades de Internação com maior acurácia, quando comparado a divisão do valor global da obra pela área total da obra, onde os serviços somam-se tendo todos o mesmo peso na estimativa.

A fase onde aplicam-se equações como as produzidas neste trabalho, conta com a indisponibilidade dos projetos completos, a possibilidade de estimar usando a metodologia aplicada no trabalho fornece para a administração pública indicadores passíveis de aplicação no processo de estimativa.

O Serviço de Esquadrias de Segurança mostrou-se como o de maior representatividade, o mesmo tem poder de decisão de custo, informação útil para a concepção de novos projetos de Unidades Socioeducativas.

A pesquisa finaliza com a aprendizagem de que as estimativas paramétricas construídas sem as análises completas dos empreendimentos desde a concepção dos mesmos, resultam em equações obsoletas, ou mesmos modelos que não retratam o objeto a ser estimado.

Cuidados devem ser tomados em relação aos serviços que apresentam baixo poder de explicação, os mesmos requerem estudos a parte, podem exigir o parcelamento dos empreendimentos em edificações que o compõem, ou até mesmo o parcelamento em locais

que compõem a edificação, exigindo todavia, a completa decomposição dos orçamentos e leitura desmembrada dos projetos.

5.6. Recomendações para trabalhos futuros

Na sequência apresentam-se as propostas para futuras pesquisas:

- Desmembramento dos grupos de serviços que constituem as edificações de uso penal e que apresentam-se com grande variabilidade na modelagem paramétrica, objetivando-se o estudo pormenorizado dos mesmos, com foco na geração de modelos com maior poder de explicação;

- Modelagem das edificações que compõem os empreendimento separando o empreendimento por locais e a partir destes gerando Curvas de Serviços e então prosseguir com a construção de modelos individuais, como por exemplo, para: Administração da unidade ou para a Unidade (local onde os jovens são abrigados), Casa de Bombas, Cozinha, Lavanderia. Esse detalhamento mostrar-se-ia útil para reformas de empreendimentos antigos que passam por revitalização.

- Modelagem dos serviços de baixa representatividade de custos utilizando como direcionadores os serviços que apresentaram boa representatividade, ou seja, modelagem utilizando custo versus custo.

- Estudo da variável mão de obra para esse tipo de edificação;

- Modelagem paramétrica com dados de execução das empresas contratadas pela administração pública (necessidade de padronização na coleta);

- Ampliação dos modelos de localização para empreendimentos desta natureza, levando-se em consideração fatores locais como infraestrutura, por exemplo, (salienta-se a necessidade de um banco de dados de considerável volume);

- Criação de bancos de dados para outros estados da federação e/ou a criação de um banco de dados nacional contendo edificações tipo para unidades de internação socioeducativas ou outras edificações para fins penais que possibilitem os estados estimarem o custo de uma edificação “tipo” a nível nacional e através disso preverem as verbas dentro dos prazos estipulados que frequentemente são pequenos para implantação das edificações para fins penais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, A.C de; SOUZA, U. E. L. de. Críticas ao processo orçamentário tradicional e recomendações para confecção de um orçamento integrado ao processo de produção de um empreendimento. Ln: Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção, III, Encontro Latino-Americano de Gestão e Economia da Construção, 2003, São Carlos. Anais... São Carlos: UFSCAR, 2003. p. 1-11.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.
NBR 10520: Informação e documentação - Citações em documentos – Apresentação. Rio de Janeiro, 2002. 7p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.
NBR 6023 Informação e documentação - Referências – Elaboração. Rio de Janeiro, 2002. 24p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.
NBR 12721: avaliação de custos unitários e preparo de orçamento de construção para incorporação de edifícios em condomínio. Rio de Janeiro, 1992. 46p.

AZEVEDO, R. G.; ENSSLIN, L.; JUNGLES, A. E. Avaliação de desempenho do processo de orçamento: estudo de caso em uma obra de construção civil - Performance evaluation of the cost Estimating process: case study on a construction project. Ambiente Construído, v.11, p. 85-104, 2011.

BARBETTA, P.A; REIS, M. M; BORNIA, A. C. Estatística para cursos de engenharia e informática. 410p. 3ª edição. Atlas. São Paulo, 2010.

BRASIL. Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993. Regulamenta o Art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal institui normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências.

BRASIL. Lei Nº 12.462, de 4 de agosto de 2011. Institui o Regime Diferenciado de Contratações Públicas – RDC.

BRASIL. Sistema Nacional de Atendimento Socioeducativo - SINASE/ Secretaria Especial dos Direitos Humanos – Brasília-DF, 100p. Brasília, 2012.

BRESSIANI, L.; PARISOTTO, J.A.; HEINECK. Análise de variáveis geométricas utilizadas nas estimativas preliminares de custo. Ln: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, XIII ENTAC, Canela, 2010. Anais... Canela: ENTAC, 2010.

BRUNI, A FAMA, R. SIQUEIRA, J. Análise do risco na avaliação de projetos de investimento: uma aplicação do método de Monte Carlo. Caderno de Pesquisas em Administração. v.1, n 6. São Paulo, 1998.

CARTA CAPITAL. Disponível em:
<<http://www.cartacapital.com.br/sociedade/um-em-cada-tres-unidades-da-fundacao-casa-tem-superlotacao-acima-do-permitido-pela-justica-2637.html>>. Acesso em 15 set. 2015.

CEREA, A. P; PREMOLI, C. Stima parametrica del costo di costruzione. Individuazione di un metodo di stima, in fase di progettazione preliminare, del costo di costruzione tramite l'uso delle regressioni lineari. Tese (Doutorado em Engenharia Civil). Politecnico di Milano - Facoltà di Ingegneria Edile/Architettura, Milano (Itália), 2010.

COIMBRA, C.M. Indicadores paramétricos de custos aplicados a edificios multifamiliares: custo unitário básico representativo. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

Cost Estimating Handbook. NASA. Version 4.0 Disponível em
<<http://www1.jsc.nasa.gov/bu2/PCEHHTML/pceh.htm>>. Acesso em 10 jul. 2015.

DEPARTMENT OF DEFENSE. United States of America. Parametric Cost Estimating Handbook. 116p. Sine loco, Sine nomine, 2011.

DI BERNARDI, P.B. Análise de risco em investimentos imobiliários por simulação. 117p. Dissertação (Mestrado em Engenharia

Civil). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis (SC), 2002.

DOWNING, D; CLARK, J. Estatística Aplicada. 351p. 2ª edição. Editora Saraiva. São Paulo, 2006.

FUNDAÇÃO CASA. Centro de Atendimento Socioeducativo ao Adolescente - História. Disponível em: <http://www.fundacaocasa.sp.gov.br/View.aspx?title=a-fundacao-historia&d=83>>. Acesso em 25 set. 2015.

GIL. A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. 171p. 4 ed. Atlas. São Paulo (SP), 2002.

GAVIRA. M de O. Simulação computacional como uma ferramenta de aquisição de conhecimento. 163p. Dissertação (mestrado em Engenharia de Produção). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos (SP), 2003.

HASHIMOTO, Fábio Ogawa. A influência dos fatores estratégicos no desenho do sistema de gestão de custos em entidades fundacionais. 92p. Dissertação (mestrado em Administração). Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, 2009.

HYUN JI, S; PARK, M; SOO LEE, H. Data Preprocessing - Based Parametric Cost Model for Building Projects: case Studies of Korean Construction Projects. Journal of Construction Engineering and Management - ASCE [S. l.], v. 136, n 8, 10p. Ago, 2010.

JUSBRASIL. Disponível em: <http://amp-mg.jusbrasil.com.br/noticias/3050086/numero-de-infratores-em-centros-socioeducativos-supera-em-48-7-a-quantidade-de-vagas>>. Acesso em: 15 set. 2015.

KELLER, S; COLLOPY, P; COMPONATION, P. What is wrong with space system cost models? A survey and assessment of cost estimating approaches. Elsevier – Acta Astronautica, [S. l.], 7p. 2013.

KERN, Andrea Parisi. Proposta de um modelo de planejamento e controle de custos de empreendimentos de construção. 234p. Tese

(doutorado em Engenharia Civil), Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre (RGS), 2005.

KOZA, T.T.S; SOUZA, U.L. de; KATO.C.S. Quantificação de vedações verticais com base no estudo preliminar. Ln: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, XIII ENTAC, Canela, 2010. Anais... Canela: ENTAC, 2010.

LOSSO, Iseu Reichmann. Utilização das Características Geométricas da Edificação na Elaboração de Estimativas Preliminares de Custos: Estudo de Caso em uma Empresa de Construção. 146p. Dissertação (mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis (SC), 1995.

MARCHIORI, F. F. Desenvolvimento de um Método para Elaboração de Redes de Composições de Custo para Orçamentação de Obras de Edificações. 237p. 2009. Tese (Doutorado em Engenharia Civil). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo (SP), 2009.

MARTINS, D. das N; JUNGLES, A. E; OLIVEIRA R. de. Avaliação da qualidade geométrica de projetos habitacionais e seu impacto no custo do empreendimento. Ln: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, XIII ENTAC, Canela, 2010. Anais... Canela: ENTAC, 2010.

MASCARÓ, Juan Luís. O Custo das Decisões Arquitetônicas. 100p. São Paulo, 1985.

MONTGOMERY, D.D. Estatística aplicada e probabilidade para engenheiros. 493p. 4ª edição. Rio de Janeiro (RJ), 2009.

NASA. Cost Estimating Handbook. Version 4.0 Disponível em <<http://www1.jsc.nasa.gov/bu2/PCEHHTML/pceh.htm>>. Acesso em 10 jul. 2015.

OGLIARI, P.J. Análise Estatística usando o Statistica 6.0. Departamento de Informática e Estatística. 130p. Florianópolis (SC), 2004.

OLIVEIRA, Miriam. Caracterização de prédios habitacionais de Porto Alegre através de variáveis geométricas – uma proposta a partir

das técnicas de estimativas preliminares de custo. 125p. (Dissertação em Engenharia Civil) Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre (RGS), 1990.

OLIVEIRA, Mário Henrique da Fonseca. Avaliação econômico – Financeira de investimentos sob condição de incerteza: uma comparação entre o método de Monte Carlo e o VPL Fuzzy. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade de São Paulo. São Carlos (SP), 2008.

OTERO, Juliano Araújo. Análise paramétrica de dados orçamentários para estimativa de custos na construção de edifícios: estudo de caso voltado para a questão da variabilidade. 214p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis (SC), 2000.

PARISOTTO, J. A.; AMARAL, T. G. do; HEINECK, L. F. M. Análise de estimativas paramétricas para formular um modelo de quantificação de serviços, consumo de mão-de-obra e custos de edificações residenciais estudo de caso para uma empresa construtora. Ln: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído – X ENTAC, São Paulo, 2004. Anais...São Paulo: ANTAC,2004.

PARISOTTO, Jules. Antônio. Análise de estimativas paramétricas para formular um modelo de quantificação de serviços, consumo de mão-de-obra e custos de edificações residenciais - Estudo de Caso para uma Empresa Construtora. 121p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis (SC), 2003.

PUCRIO. Método de Monte Carlo. Tese aberta. Disponível em:< [http://www2.dbd.puc-
io.br/pergamum/tesesabertas/1012652_2012_cap_3.pdf](http://www2.dbd.puc-
io.br/pergamum/tesesabertas/1012652_2012_cap_3.pdf)>. Acesso em 13 mai.2016.

RICMAIS. Disponível em:
<<http://ndonline.com.br/florianopolis/noticias/266759-santa-catarina-tem-627-jovens-infratores-na-fila-para-cumprir-medidas-socioeducativas.html>> Acesso em 28 nov.2015.

RODRIGUES, W.C. Estatística Aplicada. 6ª ed. 49p. Paracambi (RJ), 2008.

SONMEZ, R. Parametric Range Estimating of Building Costs Using Regression Models and Bootstrap. Journal of Construction Engineering and Management - ASCE [S. l.], v. 134, n. 12, 6p. Dez, 2008.

TCU. Manual de Gestão de Projetos. 110p. Sine nomine. Brasília, 2006.

TCU. Obras Públicas. Recomendações Básicas para a Contratação e Fiscalização de Obras Públicas. 94p. 3ª Edição. Sine nomine. Brasília, 2013.

VADACCA, G. Ace Aided Cost Estimate Um modelo paramétrico per lastima del costo di costruzione. Tese (Doutorado em Engenharia Civil). Politecnico di Milano - Facoltà di Ingegneria Edile/Architettura. Milano (Itália), 2014.

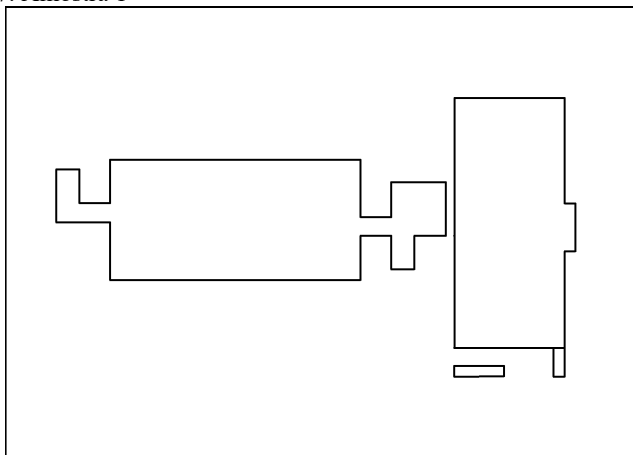
VALLE, E. F. Análise de custos paramétricos de edificações não comerciais do oeste de Santa Catarina. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Desempenho de Sistemas Produtivos). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

WATSON, R.; KWAK, Y.H. Parametric Estimating in the Knowledge age: Capitalizing on Technological Advances. 2004, IAMOT Internacional Conference on Management of Tecnology. Washington, DC, Apr. 3-7,2004.

APENDICES

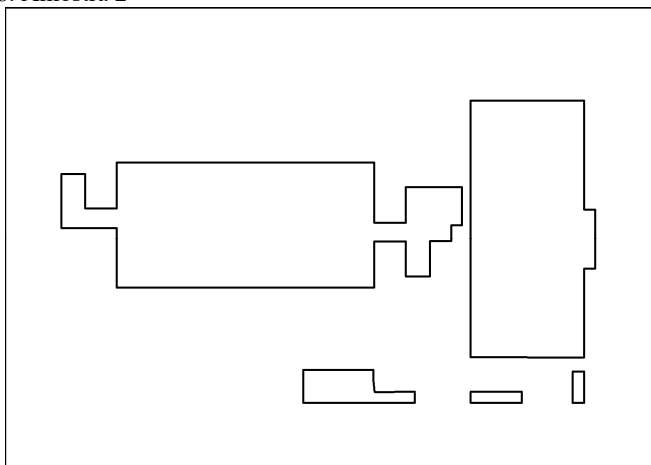
1. Plantas Baixas das Unidades de Internação:

Figura 37. Amostra 1



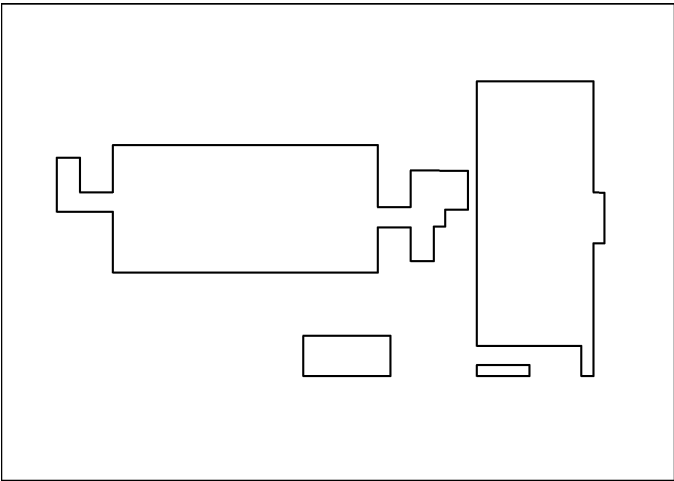
Autora (2016)

Figura 38. Amostra 2



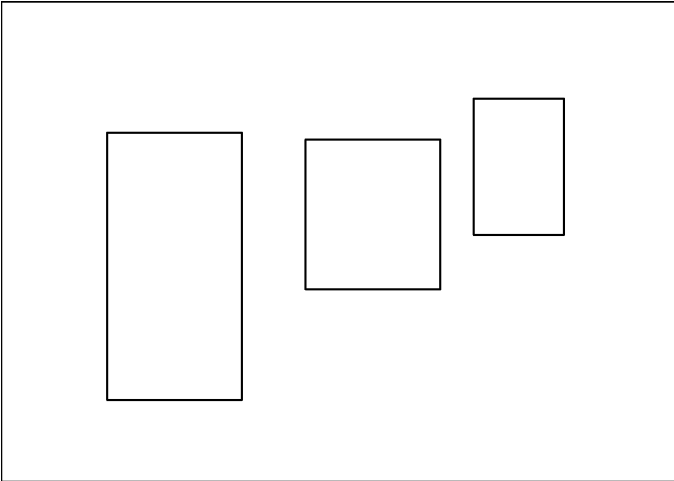
Autora (2016)

Figura 39. Amostra 3



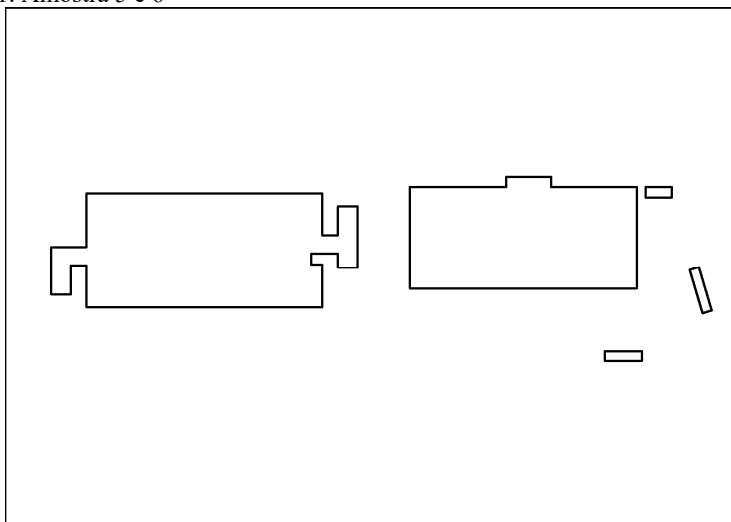
Autora (2016)

Figura 40. Amostra 4



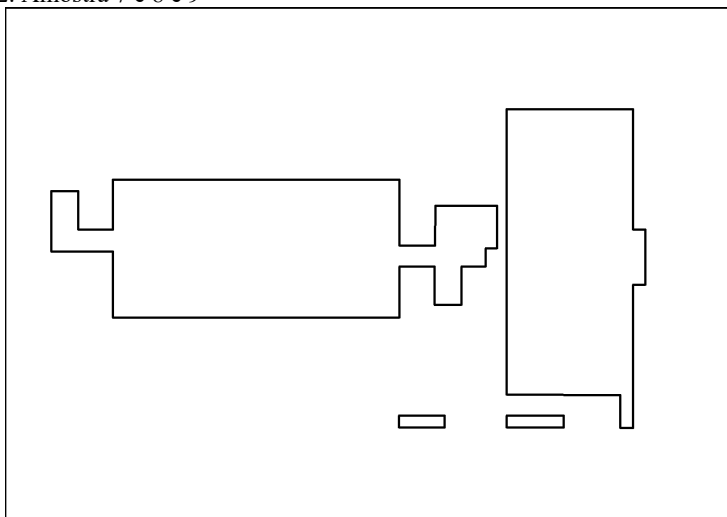
Autora (2016)

Figura 41. Amostra 5 e 6



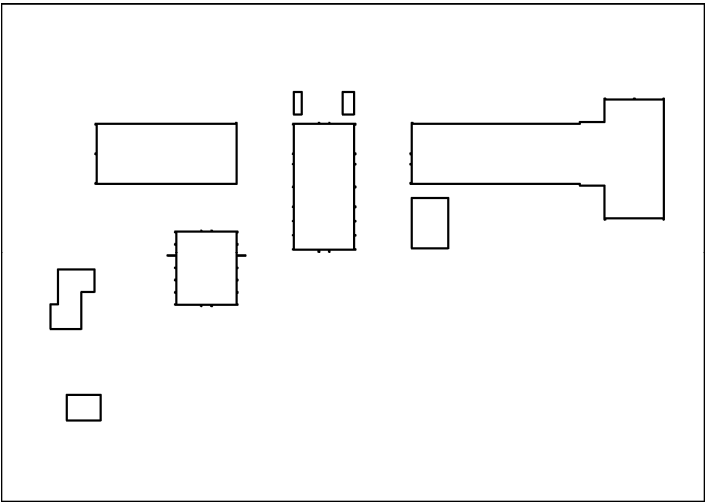
Autora (2016)

Figura 42. Amostra 7 e 8 e 9



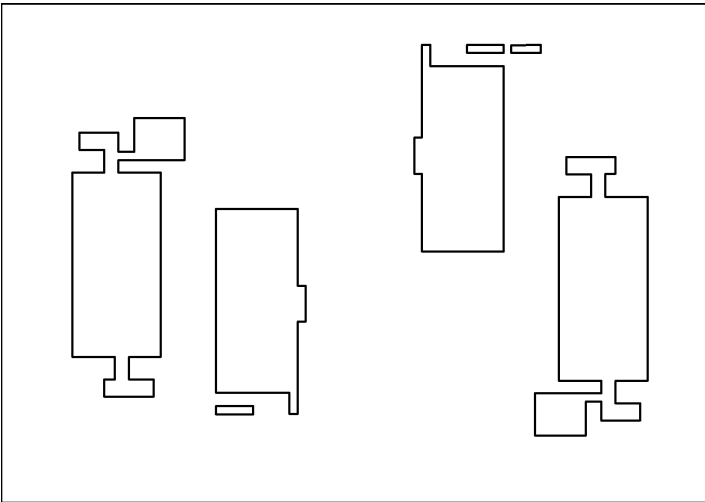
Autora (2016)

Figura 43. Amostras 10 e 11



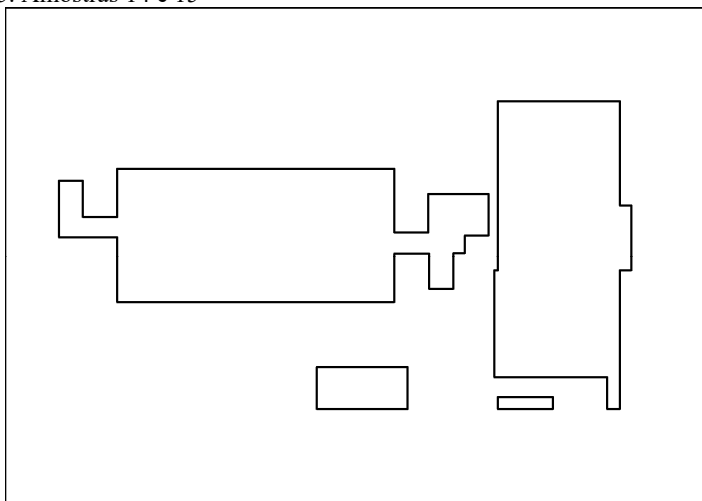
Autora (2016)

Figura 44. Amostras 12 e 13



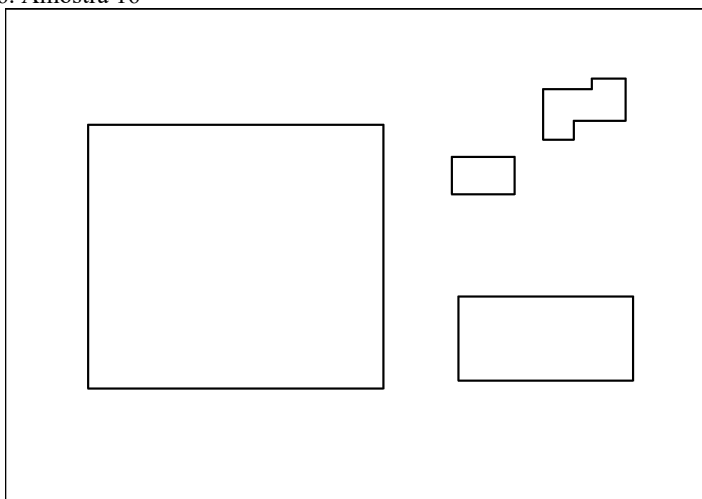
Autora (2016)

Figura 45. Amostras 14 e 15



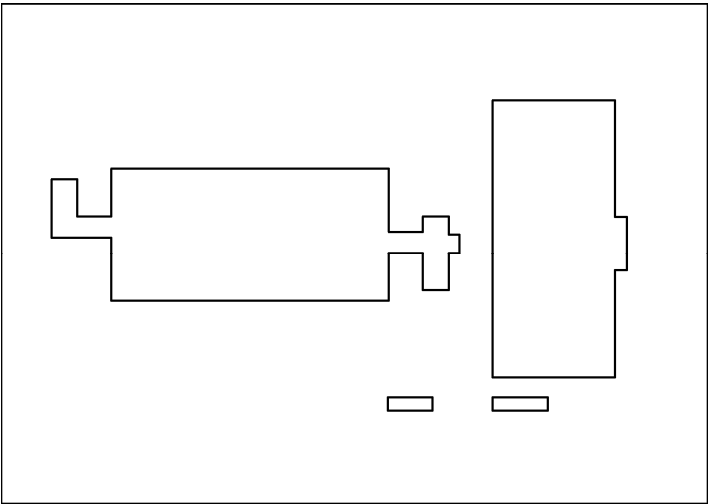
Autora (2016)

Figura 46. Amostra 16



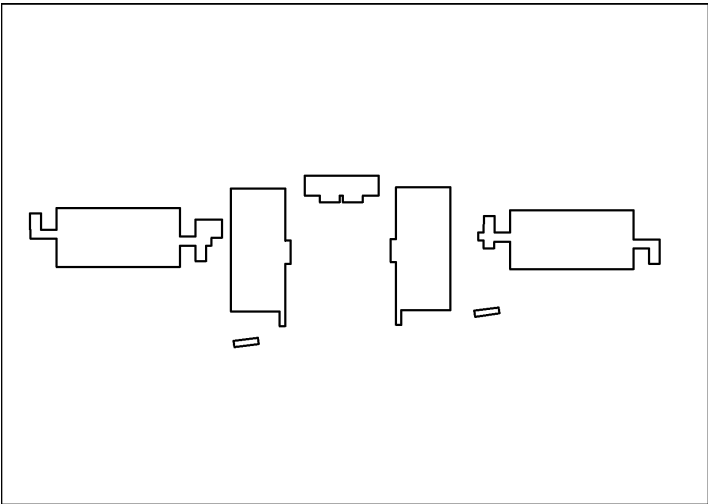
Autora (2016)

Figura 47. Amostra 17



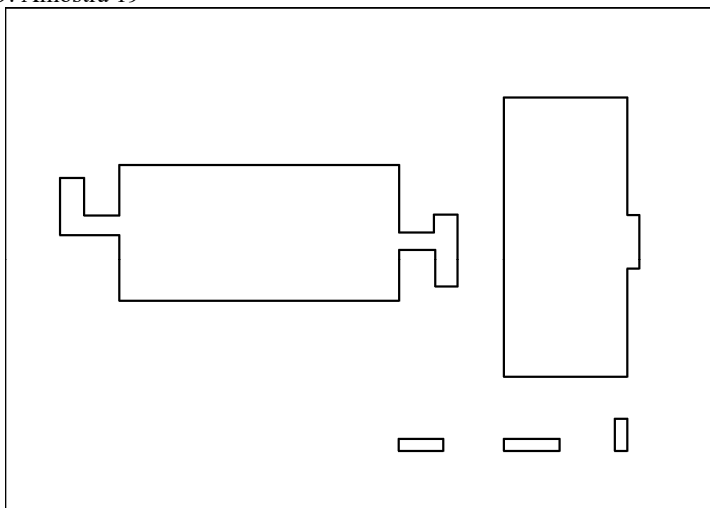
Autora (2016)

Figura 48. Amostra 18



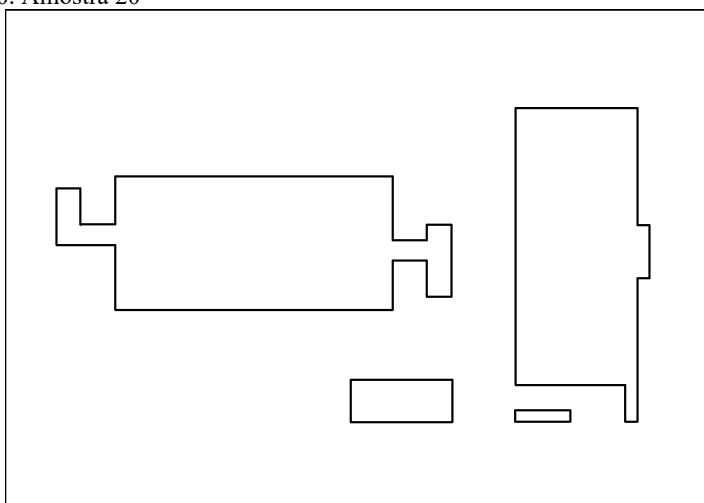
Autora (2016)

Figura 49. Amostra 19



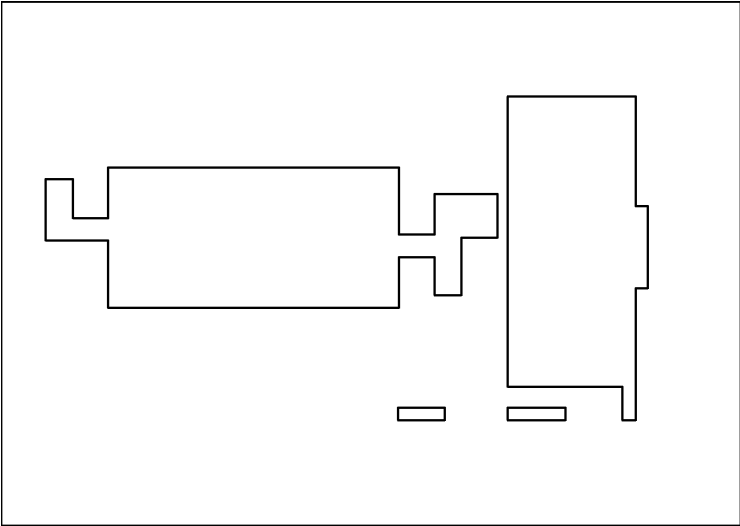
Autora (2016)

Figura 50. Amostra 20



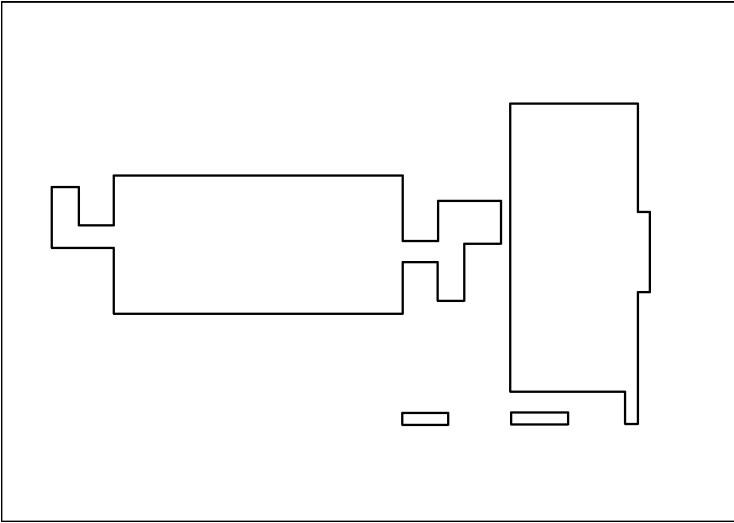
Autora (2016)

Figura 51. Amostra 21 e 22



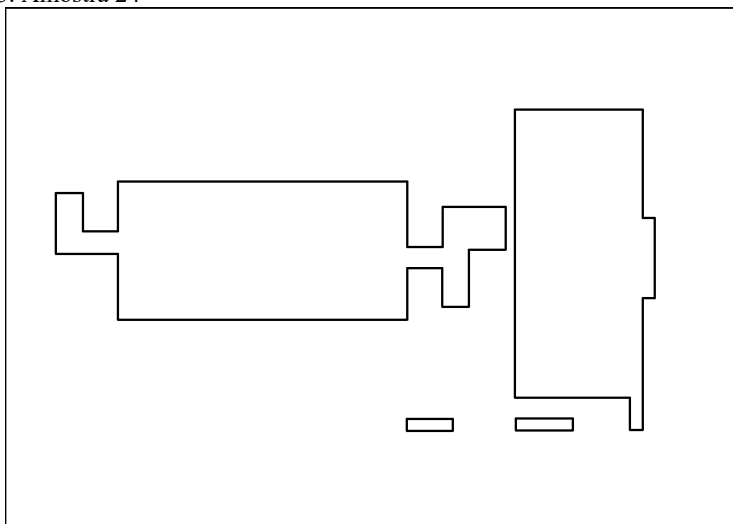
Autora (2016)

Figura 52. Amostra 23



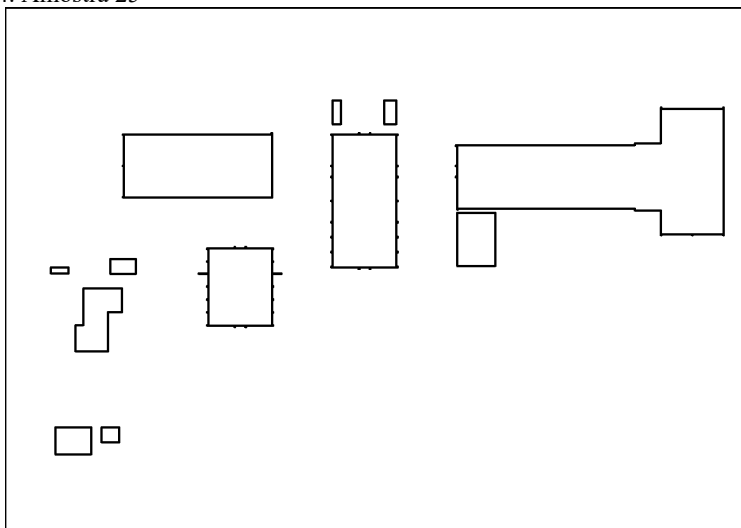
Autora (2016)

Figura 53. Amostra 24



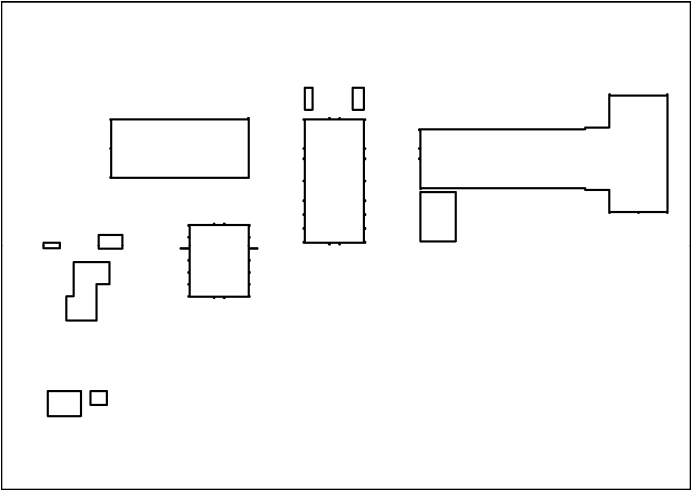
Autora (2016)

Figura 54. Amostra 25



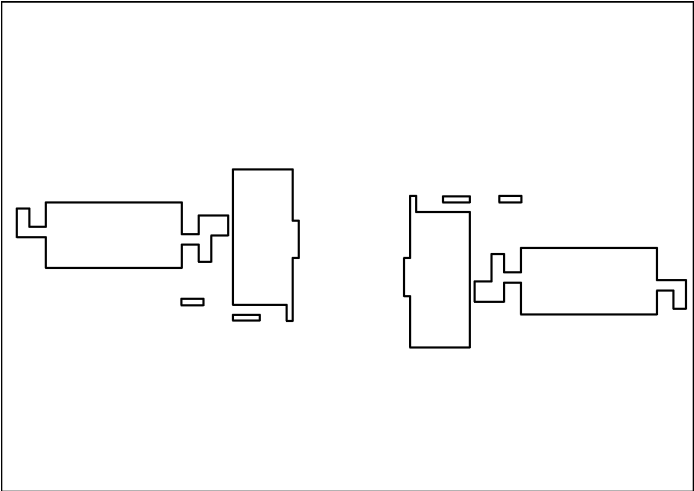
Autora (2016)

Figura 55. Amostra 25 e 26



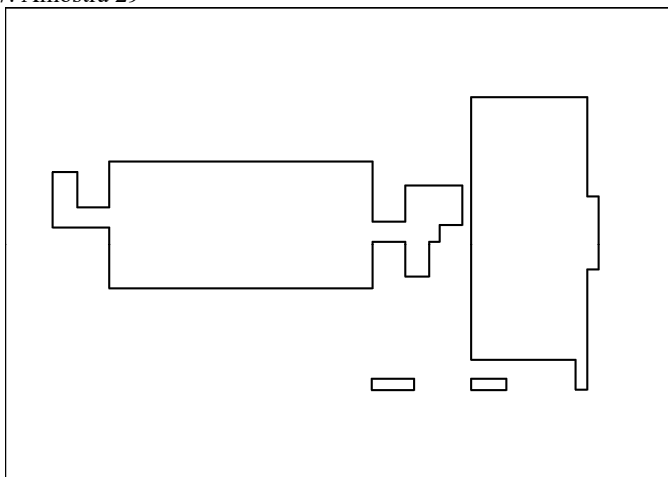
Autora (2016)

Figura 56. Amostra 27 e 28



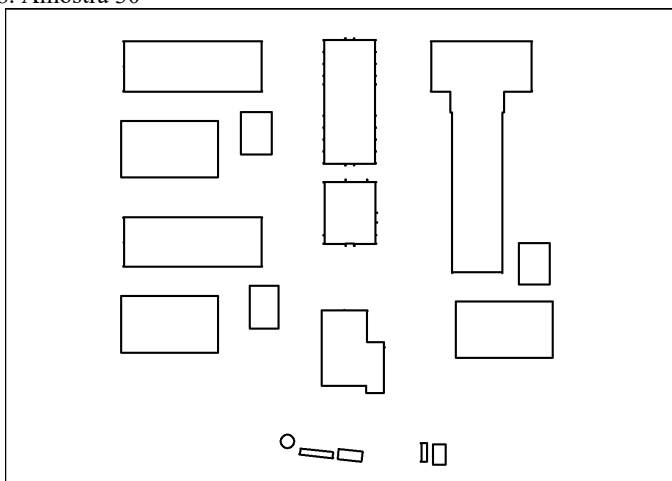
Autora (2016)

Figura 57. Amostra 29



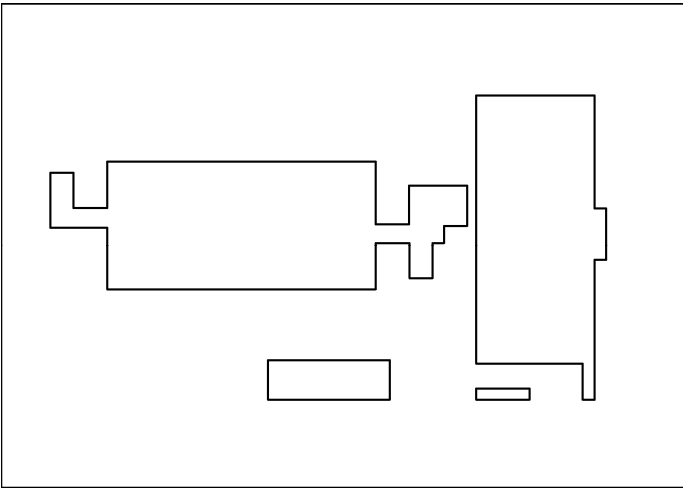
Autora (2016)

Figura 58. Amostra 30



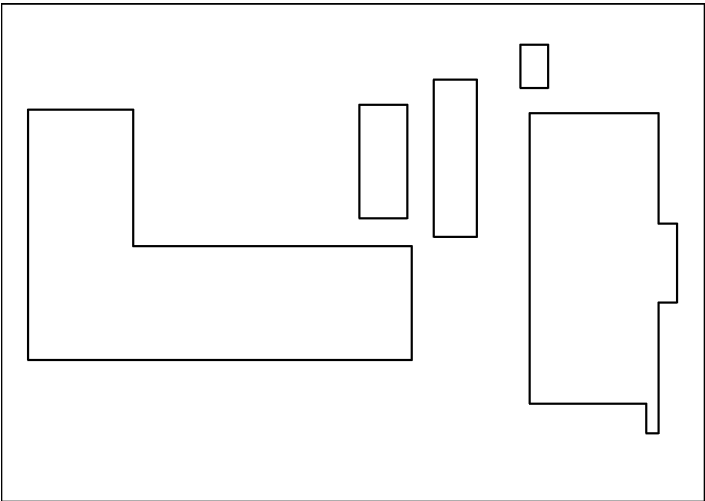
Autora (2016)

Figura 59. Amostra 31



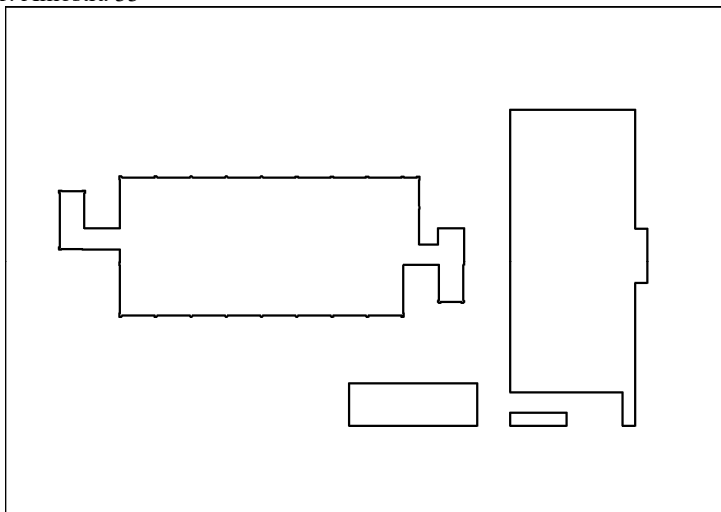
Autora (2016)

Figura 60. Amostra 32



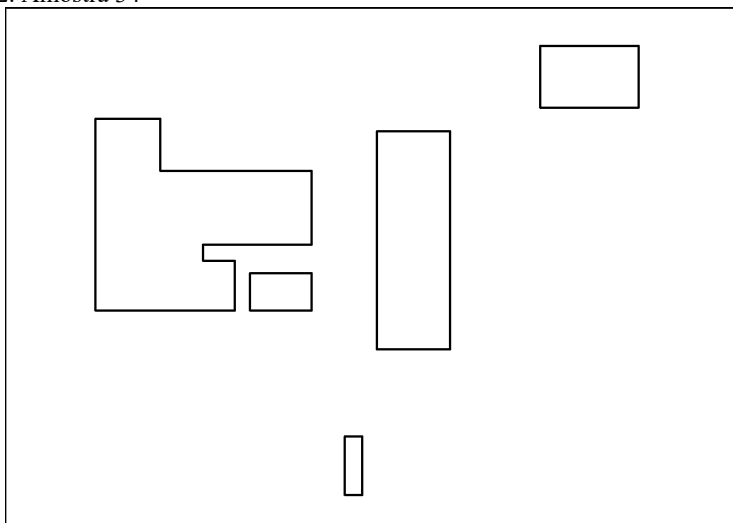
Autora (2016)

Figura 61. Amostra 33



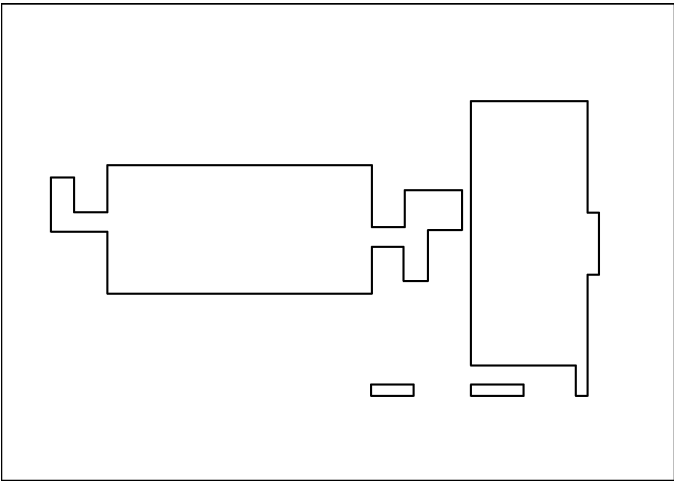
Autora (2016)

Figura 62. Amostra 34



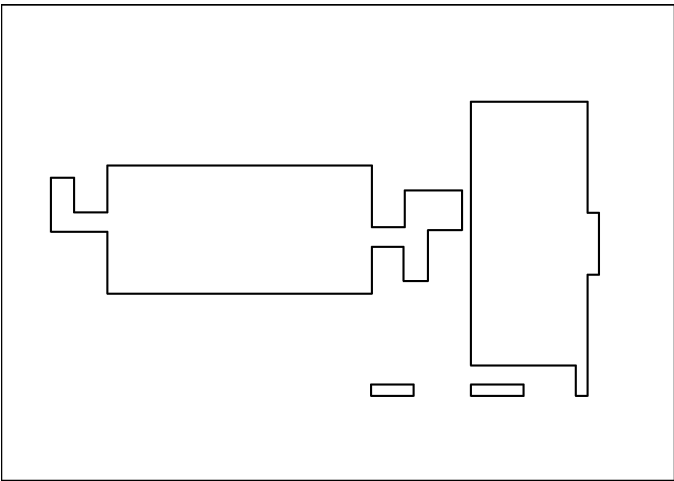
Autora (2016)

Figura 63. Amostra 35



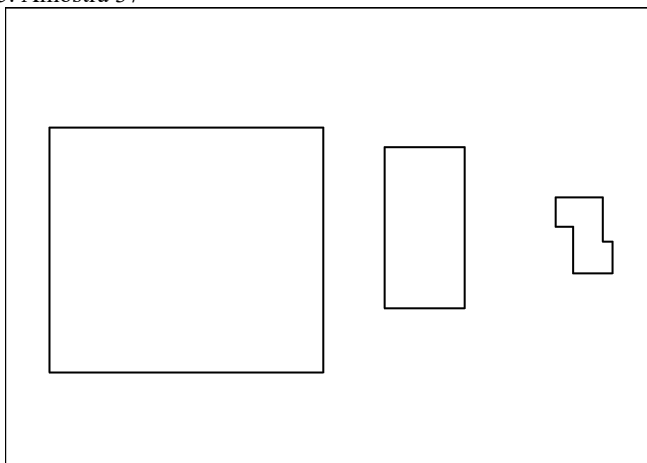
Autora (2016)

Figura 64. Amostra 36



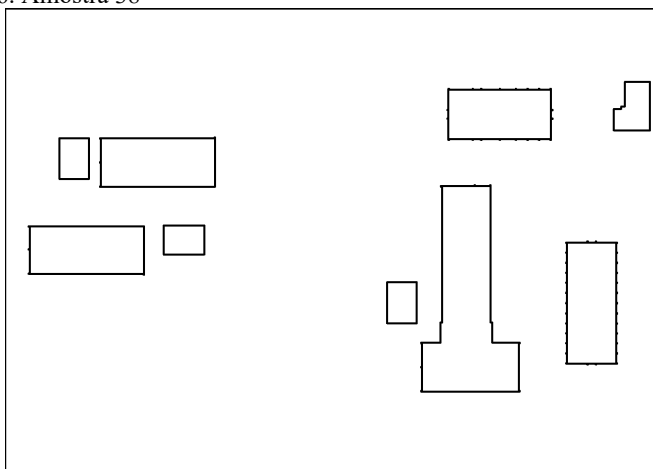
Autora (2016)

Figura 65. Amostra 37



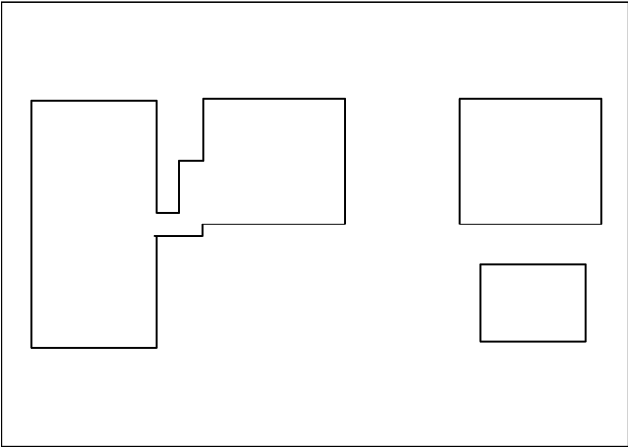
Autora (2016)

Figura 66. Amostra 38



Autora (2016)

Figura 67. Amostra 39

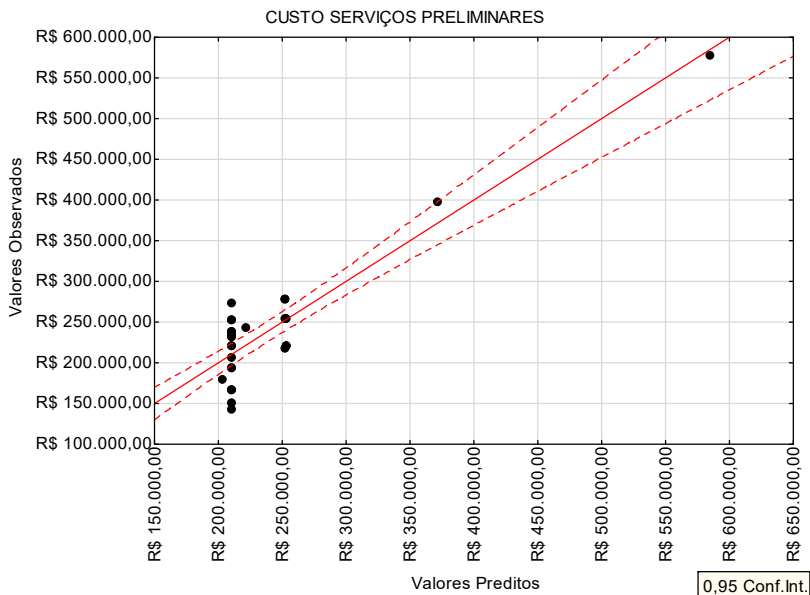


Autora (2016)

2. Grupo de Serviços analisados via regressão linear múltipla

1. Serviços Preliminares

Figura 68. Custos serviços preliminares



Fonte: Autora (2016)

Serviços Preliminares

R	0,91
R ²	0,83
R² ajustado	0,81
Erro padrão	35.181,64
Valor p Teste F	0,00
Tamanho da amostra	30

$$\text{CSP} = 71.072,37 + 259,44 * \text{PE} + 20,02 * \text{AT}$$

Sendo:

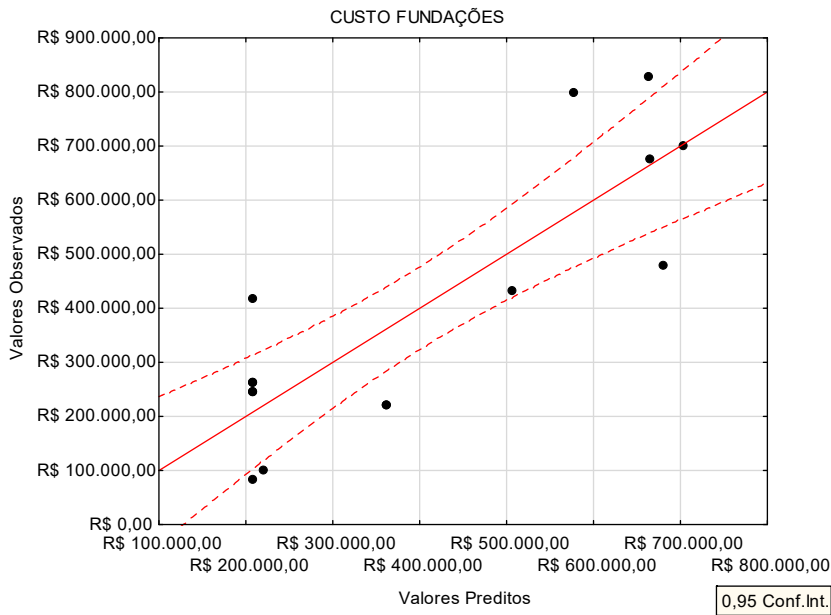
CSP: Custo Serviços Preliminares

PE: Perímetro externo

AT: Área Total

2. Fundações

Figura 69. Custos fundações



Fonte: Autora (2016)

Fundações	
R	0,85
R²	0,71
R² ajustado	0,64
Erro padrão	149.058,00
Valor p Teste F	0,00
Tamanho da amostra	15

CF= 356.857,70 + 700,20 * PE + 82,70 *AT

Sendo:

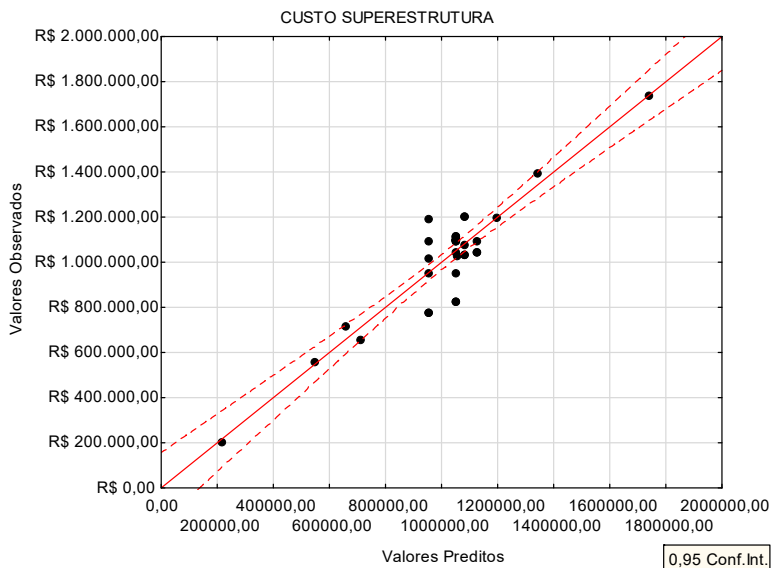
CF: Custo Fundações

PE: Perímetro externo

AT: Área Total

3. Superestrutura

Figura 70. Custos superestrutura



Fonte: Autora (2016)

Superestrutura

R	0,86
R ²	0,74
R² ajustado	0,71
Erro padrão	110.682,00
Valor p Teste F	0,00
Tamanho da amostra	33

$$\text{CSUP} = - 464.150,49 + 2.926,62 * \text{PI} + 94,06 * \text{AT} + 177,43 * \text{PE}$$

Sendo:

CS: Custo Superestrutura

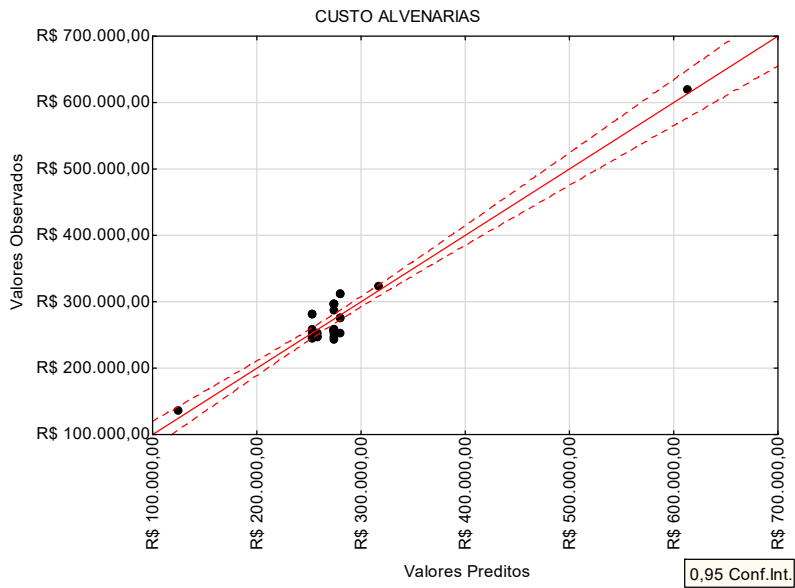
PI: Perímetro interno

AT: Área total

PE: Perímetro externo

4. Alvenarias

Figura 71. Custos alvenarias



Fonte: Autora (2016)

Alvenaria

R	0,97
R ²	0,93
R² ajustado	0,93
Erro padrão	19.840,65
Valor p Teste F	0,00
Tamanho da amostra	29

CA= 20.908,59 + 687,70 * PI + 41,00 * AT

Sendo:

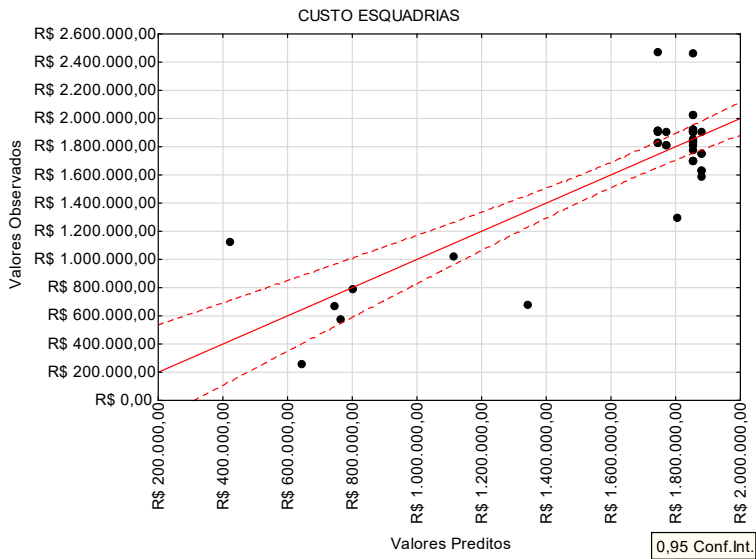
CA: Custo Alvenaria

PI: Perímetro interno

AT: Área Total

5. Esquadrias de Segurança

Figura 72. Custos esquadrias de segurança



Fonte: Autora (2016)

Esquadrias de Segurança:

R	0,83
R ²	0,69
R² ajustado	0,67
Erro padrão	280.506,19
Valor p Teste F	0,00
Tamanho da amostra	39

CESEG= 572.791,80 – 1.374,5 * PE + 3.483,90 * PI

Sendo:

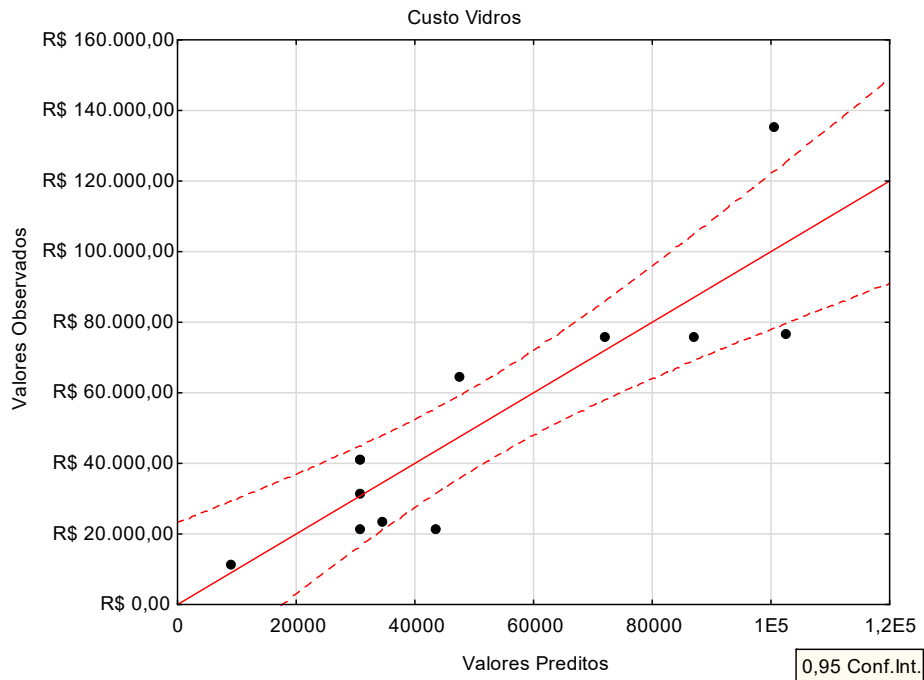
CESEG: Custo Esquadrias de Segurança

PE: Perímetro Externo

PI: Perímetro Interno

6. **Vidros**

Figura 73. Custos vidros



Fonte: Autora (2016)

Vidros:

R	0,87
R ²	0,77
R ² ajustado	0,68
Erro padrão	20.188,00
Valor p Teste F	0,006
Tamanho da amostra	12

CV: - 18.909,80 + (33,70 * PE) + (11,30 * AT) =

Sendo:

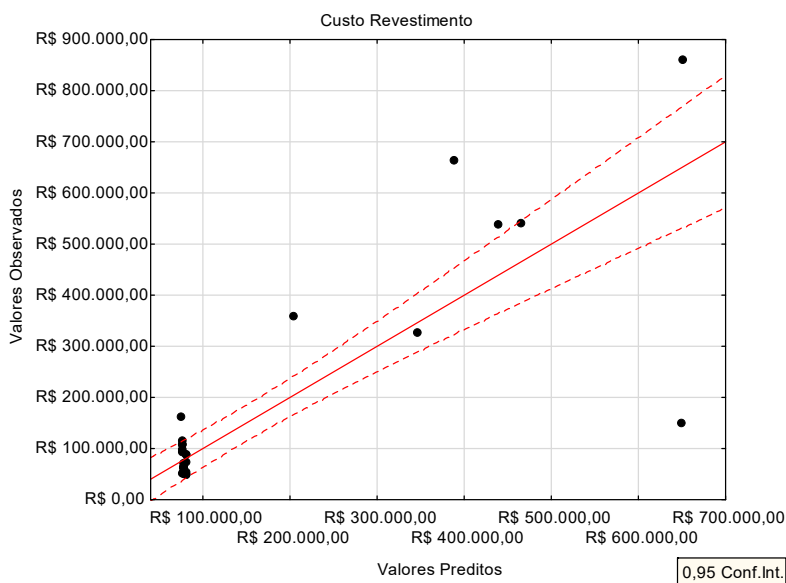
CV: Custo Vidros

PE: Perímetro externo

AT: Área total

7. Revestimentos

Figura 74. Custos revestimentos



Fonte: Autora (2016)

Revestimento:

R	0,83
R ²	0,68
R ² ajustado	0,66
Erro padrão	111.547,29
Valor p Teste F	0,00
Tamanho da amostra	39

$$\text{CR: } 264.395,50 + 472,76 * \text{PE} =$$

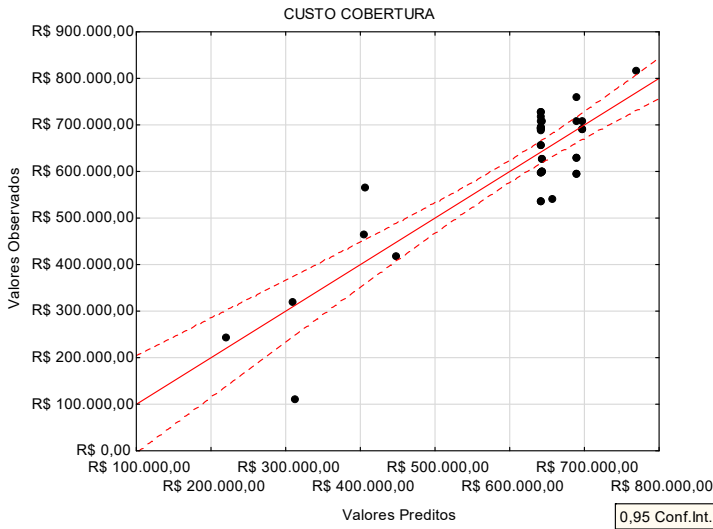
Sendo:

CR: Custo Revestimento

PE: Perímetro externo

8. Cobertura

Figura 75. Custos cobertura



Fonte: Autora (2016)

Cobertura:

R	0,86
R ²	0,74
R ² ajustado	0,72
Erro padrão	72.902,57
Valor p Teste F	0,00
Tamanho da amostra	39

CR: 151.634,80 + 916,50 * PI + 74,50 * AT

Sendo:

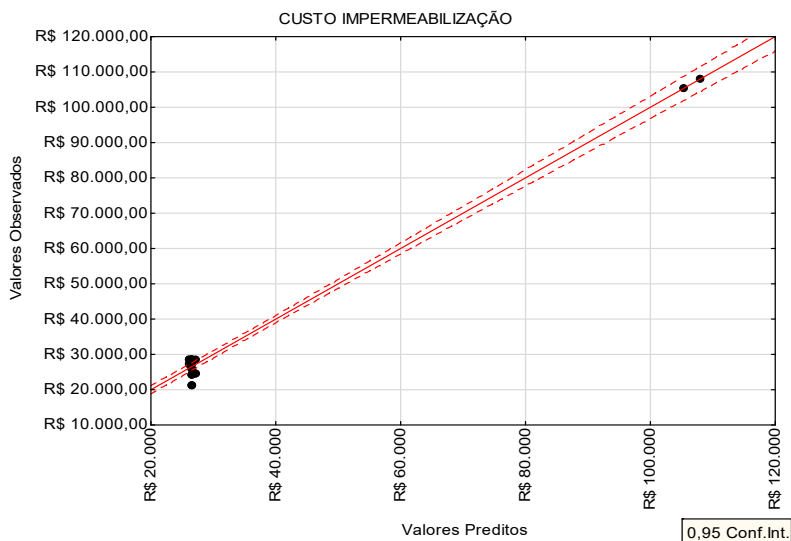
CR: Custo Revestimentos

PI: Perímetro interno

AT: Área total

9. Impermeabilização

Figura 76. Custos impermeabilização



Fonte: Autora (2016)

Impermeabilização:

R	0,99
R ²	0,98
R² ajustado	0,98
Erro padrão	2.474,07
Valor p Teste F	0,00
Tamanho da amostra	23

$$\text{CI: } 88.069,08 + 125,68 * \text{PE}$$

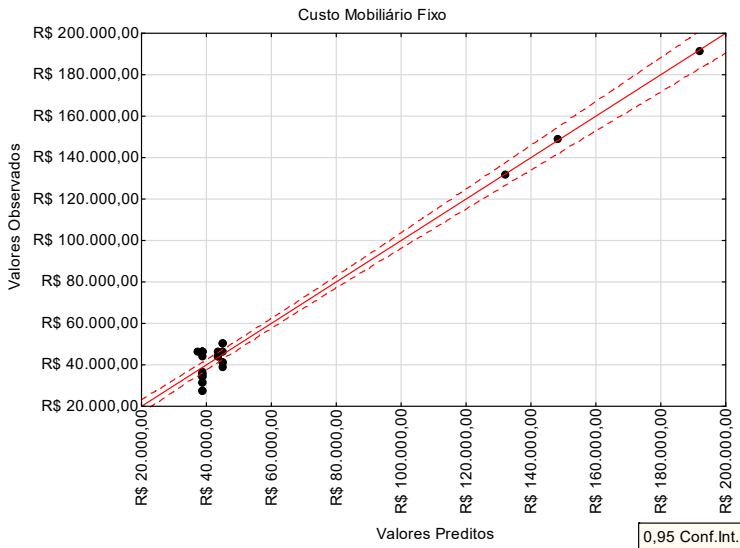
Sendo:

CI: Custo impermeabilização

PE: Perímetro externo

10. **Mobiliário Fixo**

Figura 77. Custos mobiliário fixo



Fonte: Autora (2016)

Mobiliário Fixo:

R	0,98
R ²	0,97
R ² ajustado	0,96
Erro padrão	6.294,72
Valor p Teste F	0,00
Tamanho da amostra	28

CMF: 116.727,69 + 143,32 * PE

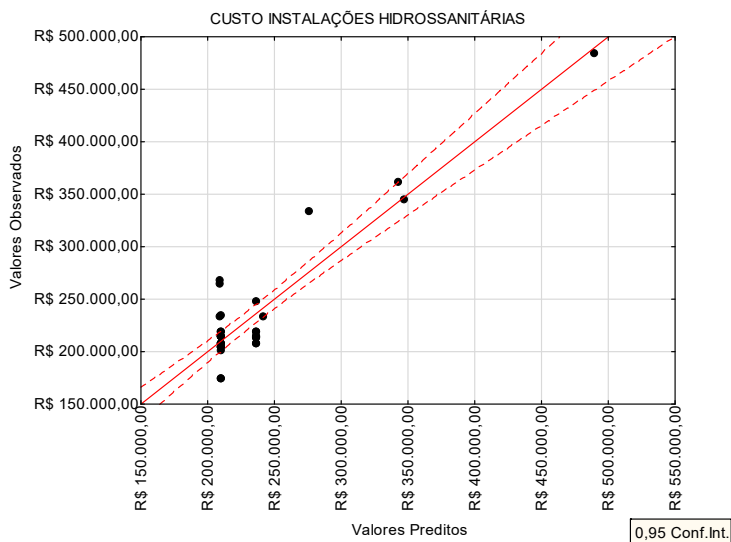
Sendo:

CM: Custo Mobiliário Fixo

PE: Perímetro Externo

11. Instalações Hidrossanitárias

Figura 78. Custos instalações hidrossanitárias



Fonte: Autora (2016)

Instalações Hidrossanitárias:

R	0,92
R ²	0,85
R ² ajustado	0,83
Erro padrão	25.057,44
Valor p Teste F	0,00
Tamanho da amostra	33

$$\text{CIH: } 160.094,80 + 213,88 * \text{PE} - 209,77 * \text{PI} - 8,59 * \text{AT}$$

Sendo:

CIH: Custo Instalações Hidrossanitárias

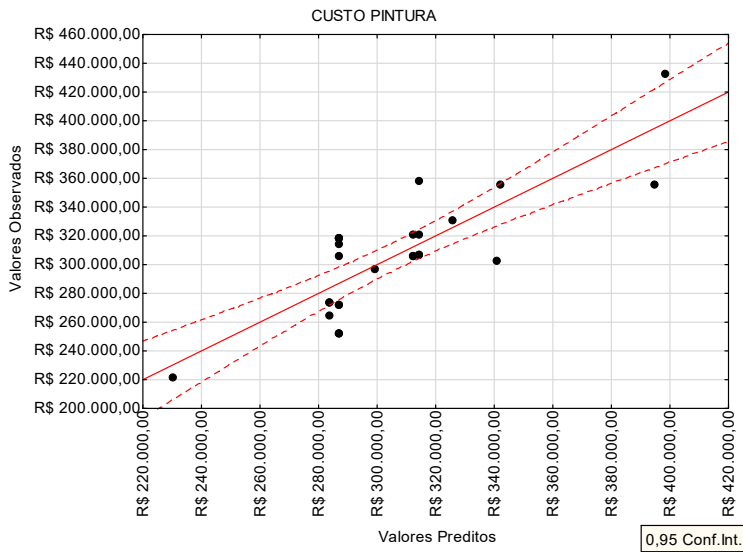
PE: Perímetro externo

PI: Perímetro interno

AT: Área total

12. Pintura

Figura 79. Custos Pintura



Fonte: Autora (2016)

Resultado Pintura:

R	0,82
R ²	0,68
R ² ajustado	0,63
Erro padrão	25.526,83
Valor p Teste F	0,00
Tamanho da amostra	28

CP: 352.181,30 + 59,90 * PE

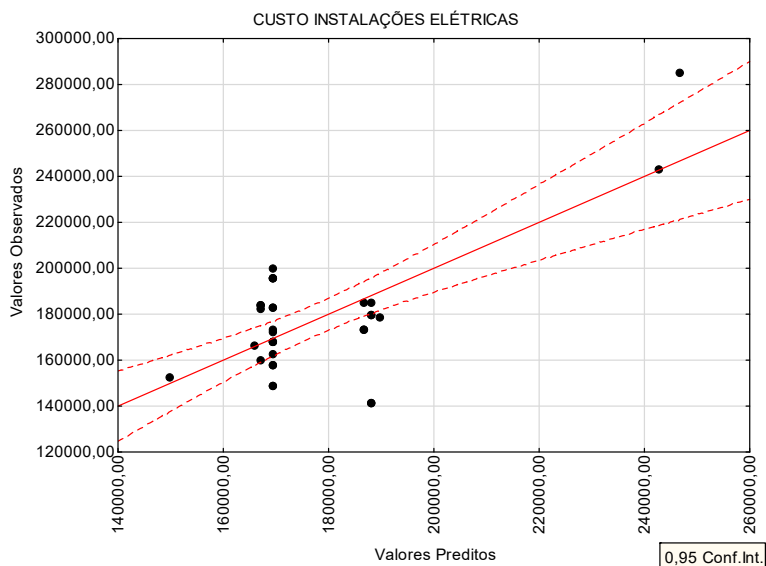
Sendo:

CP: Custo Pintura

PE: Perímetro externo

13. Instalações Elétricas

Figura 80. Custos Instalações Elétricas



Fonte: Autora (2016)

Instalações Elétricas:

R	0,71
R ²	0,51
R ² ajustado	0,48
Erro padrão	19.899,34
Valor p Teste F	0,00
Tamanho da amostra	33

$$\text{CIE: } 209.500,20 + 18,00 * \text{AT} - 178,20 * \text{PI}$$

Sendo:

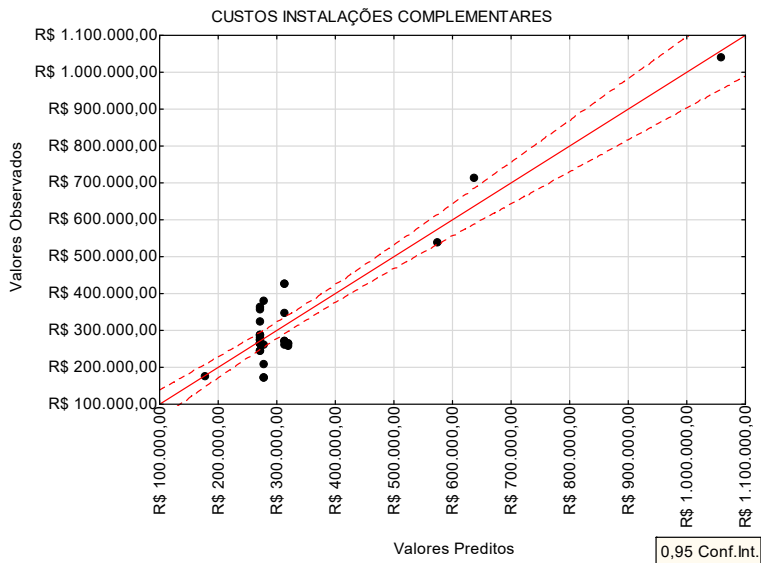
CIE: Custo Instalações Elétricas

AT: Área Total

PI: Perímetro Interno

14. Instalações Complementares

Figura 81. Custos instalações complementares



Fonte: Autora (2016)

Instalações Complementares:

R	0,94
R ²	0,88
R ² ajustado	0,86
Erro padrão	61.550,58
Valor p Teste F	0,00
Tamanho da amostra	32

CIC: -149.969,00 + 510,00 * PE + 806,00 * PI

Sendo:

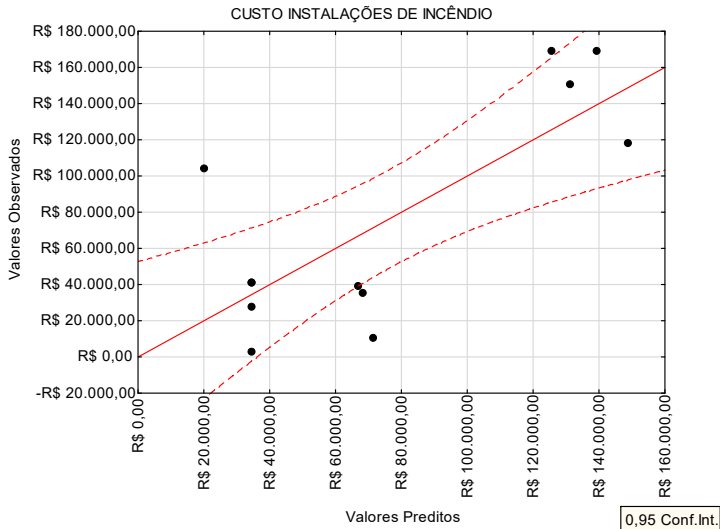
CIC: Custo Instalações Complementares

PE: Perímetro Externo

PI: Perímetro Interno

15. Instalações de Incêndio

Figura 82. Custos instalações de incêndio



Fonte: Autora (2016)

Instalações Incêndio:

R	0,76
R ²	0,58
R ² ajustado	0,49
Erro padrão	44.564,74
Valor p Teste F	0,02
Tamanho da amostra	12

$$\text{CII: } -19.532,80 + 70,30 * \text{PE} + 22,20 * \text{AT}$$

Sendo:

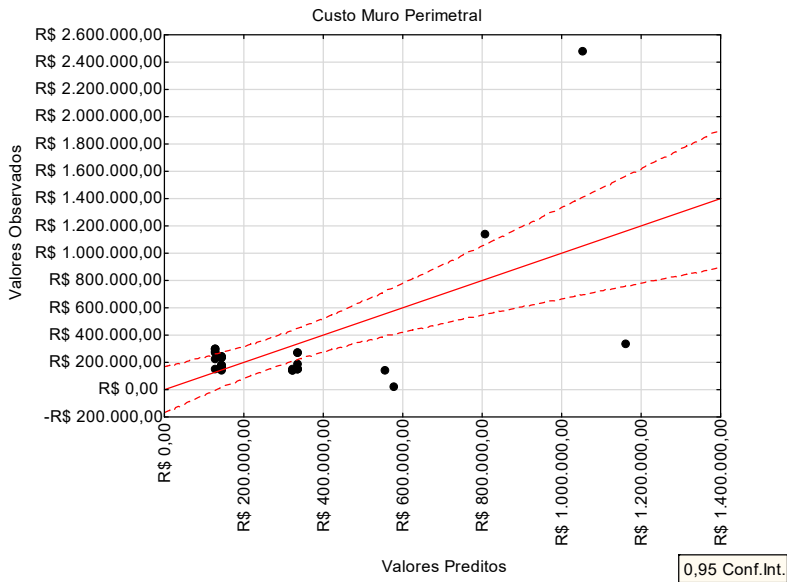
CIC: Custo Instalações Incêndio

PE: Perímetro externo

AT: Área Total

16. Muro Perimetral

Figura 83. Custos muro perimetral



Fonte: Autora (2016)

Muro Perimetral:

R	0,62
R ²	0,38
R ² ajustado	0,32
Erro padrão	340.317,713
Valor p Teste F	0,001
Tamanho da amostra	36

CMP: 365.723,20 + 845,47 * PE

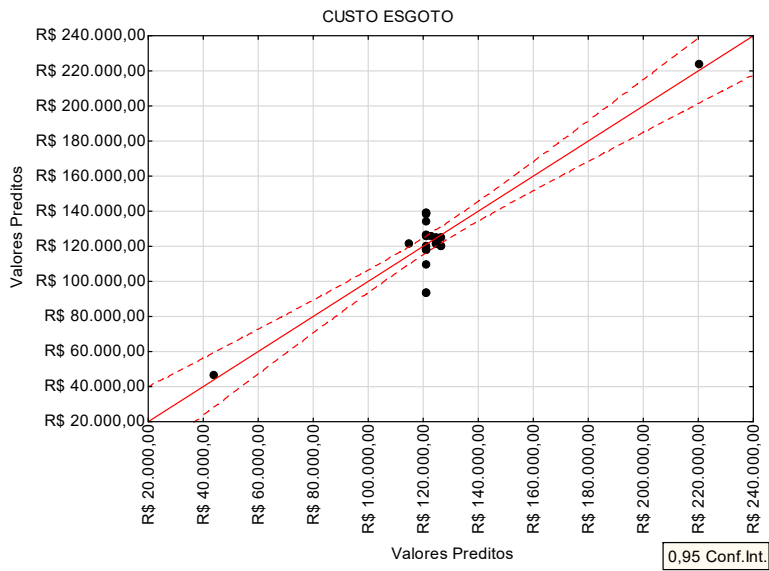
Sendo:

CMP: Custo Muro Perimetral

PE: Perímetro externo

17. Tratamento de Esgoto

Figura 84. Custos tratamento de esgoto



Fonte: Autora (2016)

Tratamento de Esgoto:

R	0,92
R ²	0,84
R ² ajustado	0,82
Erro padrão	11.962,30
Valor p Teste F	0,00
Tamanho da amostra	25

CTE: 6.470,67 + 4,90 * AT – 21,18 * PE + 252,48 * PI

Sendo:

CTE: Custo Tratamento de Esgoto

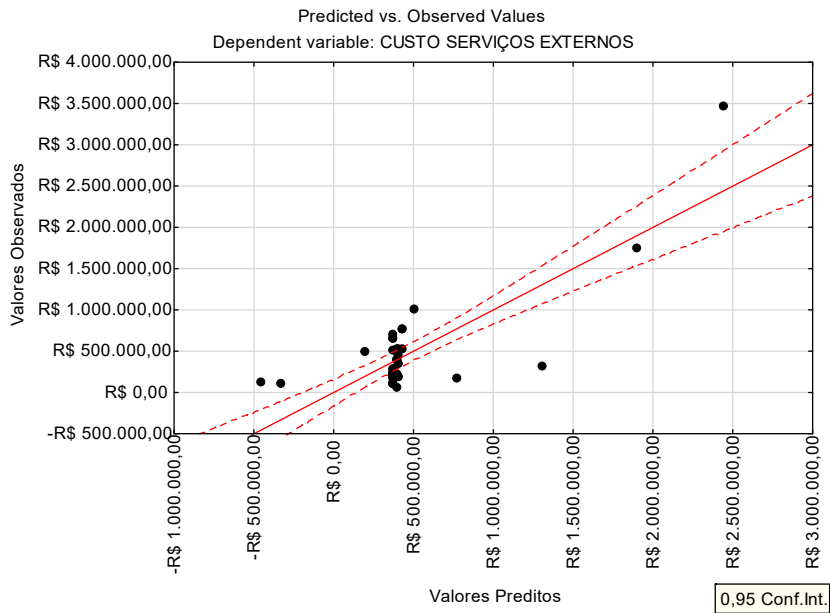
AT: Área Total

PE: Perímetro Externo

PI: Perímetro Interno

18. Serviços Externos

Figura 85. Custos serviços externos



Fonte: Autora (2016)

Serviços Externos:

R	0,81
R ²	0,65
R ² ajustado	0,63
Erro padrão	355,109,18
Valor p Teste F	0,00
Tamanho da amostra	39

CSE: - 1.005.128,25 + 3078,63 * PI + 412,36 * PE

Sendo:

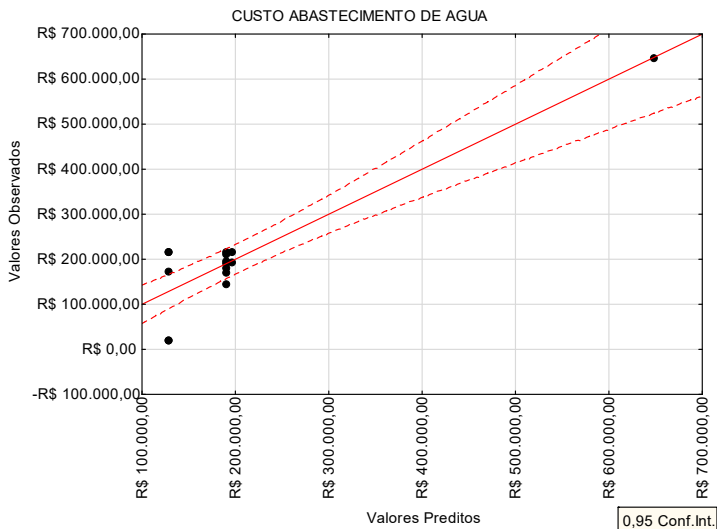
CSE: Custo Serviços Externos

PI: Perímetro interno

PE: Perímetro externo

19. Abastecimento de Água

Figura 86. . Custos abastecimento de água



Fonte: Autora (2016)

Abastecimento de Água:

R	0,91
R ²	0,83
R ² ajustado	0,81
Erro padrão	61.587,00
Valor p Teste F	0,00
Tamanho da amostra	15

$$\text{CAA} = 312.189,70 + 580,01 * \text{PE} - 103,91 * \text{AT}$$

Sendo:

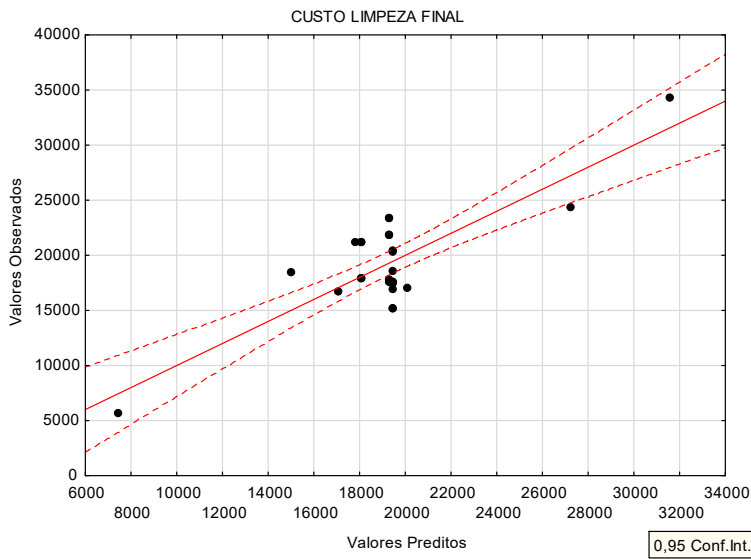
CAA: Custo Abastecimento Água

PE: Perímetro externo

AT: Área Total

20. Limpeza Final

Figura 87. Custos limpeza final



Fonte: Autora (2016)

Limpeza Final:	
R	0,83
R²	0,68
R² ajustado	0,64
Erro padrão	2.805,20
Valor p Teste F	0,00
Tamanho da amostra	27

CLF: 36.754,17 – 34,02 * PI - 1,66 * AT + 4,00 * PE

Sendo:

CLF: Custo Limpeza Final

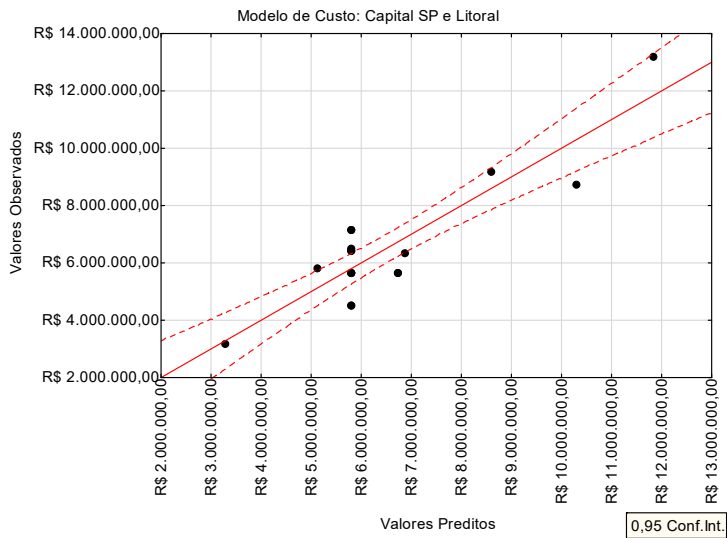
PI: Perímetro interno

AT: Área Total

PE: Perímetro externo

21. Modelo de Custo: Capital de SP e Litoral

Figura 88. Custos Capital de SP e Litoral



Fonte: Autora (2016)

Capital SP e Litoral:

R	0,90
R ²	0,80
R ² ajustado	0,76
Erro padrão	1.062.871,36
Valor p	0,00
Tamanho da amostra	18

CSPLIT: 670.201,89 + 2.452,59 * PE + 846,96 * AT + 7.111,44 * PI

Sendo:

CSPLIT: Custo Capital de SP e Litoral

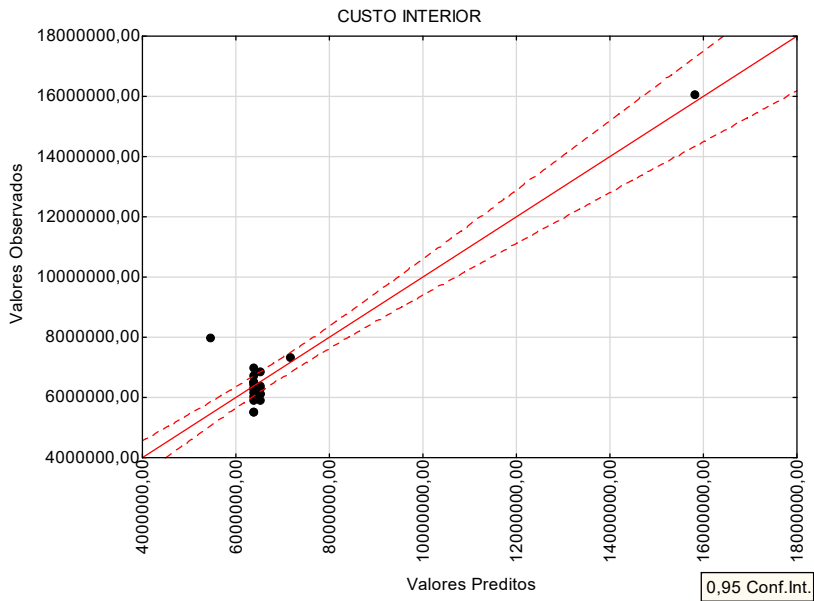
PE: Perímetro Externo

AT: Área Total

PI: Perímetro Interno

22. Modelo de Custo: Interior de SP

Figura 89. Custos Interior de SP



Fonte: Autora (2016)

Interior de SP:

R	0,95
R ²	0,89
R ² ajustado	0,89
Erro padrão	715.325,78
Valor p	0,00
Tamanho da amostra	21

CISP: 1.710.99.00 + 18.911,00 * PI

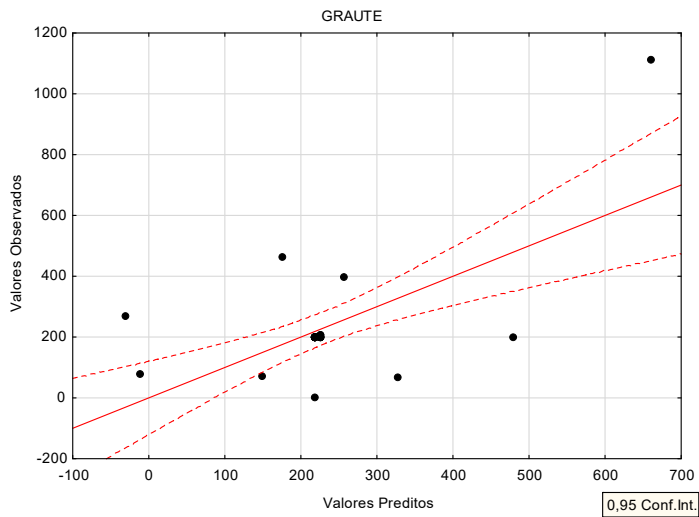
Sendo:

CISP: Custo Interior de SP

PI: Perímetro Interno

23. Quantidade: Graute

Figura 90. Graute



Fonte: Autora (2016)

Graute:

R	0,63
R ²	0,39
R ² ajustado	0,37
Erro padrão	145,26
Valor p	0,00
Tamanho da amostra	31

QG: $-159,77 + 0,89 * PI$

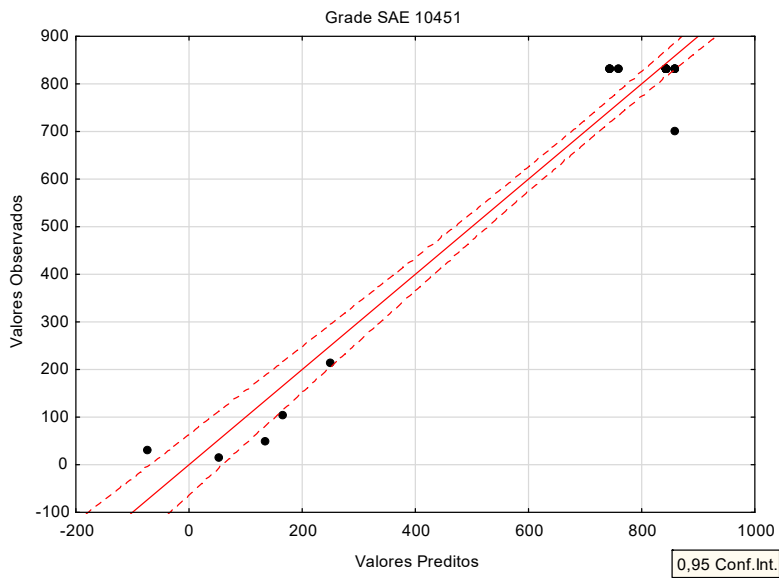
Sendo:

QG: Quantidade de graute (m³)

PI: Perímetro Interno

24.Quantidade: Grade SAE 10451

Figura 91. Grade SAE 10451



Fonte: Autora (2016)

Grade SAE 10451:

R	0,98
R ²	0,96
R ² ajustado	0,96
Erro padrão	62,76
Valor p	0,00
Tamanho da amostra	27

QSAE10451: - 173,60 – 1,22 * PE + 2,00 * PI

Sendo:

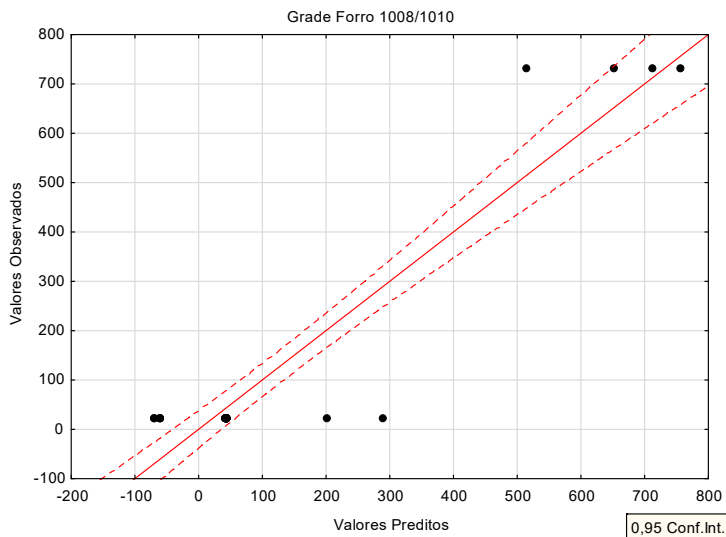
QSAE10451: Quantidade de Grade SAE 10451 (m²)

PE: Perímetro Externo

PI: Perímetro Interno

25. Quantidade: Grade Forro 1008/1010

Figura 92. Grade forro 1008/1010



Fonte: Autora (2016)

Grade Forro 1008/1010:

R	0,94
R ²	0,88
R ² ajustado	0,86
Erro padrão	91,68
Valor p	0,00
Tamanho da amostra	29

$$\mathbf{Q1008/1010: 826,33 + 0,66 * PE - 1,35PI - 0,15 * AT}$$

Sendo:

Q1008/1010: Quantidade de Grade Forro 1008/1010 (m²)

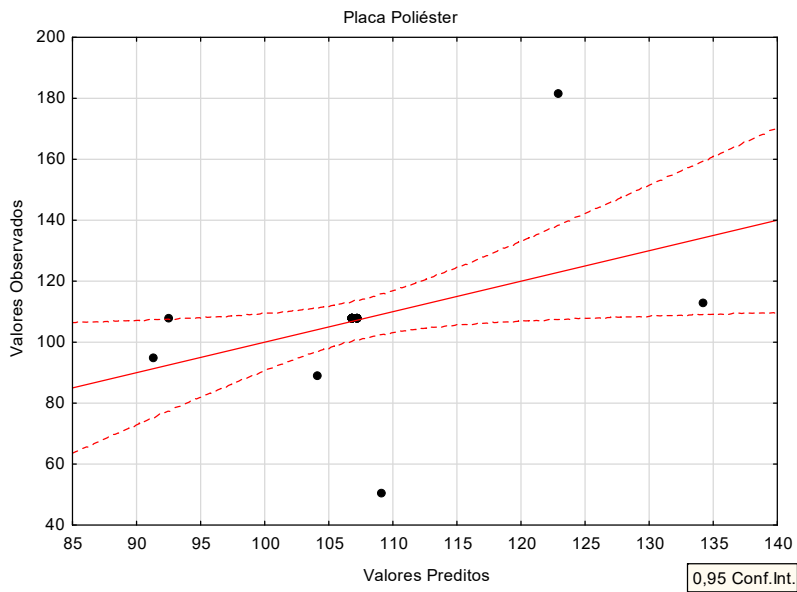
PE: Perímetro Externo

PI: Perímetro Interno

AT: Área Total

26. Quantidade: Placa Poliéster

Figura 93. Placa poliéster



Fonte: Autora (2016)

Placa Poliéster:

R	0,40
R²	0,16
R² ajustado	0,13
Erro padrão	16,99
Valor p	0,00
Tamanho da amostra	29

QPP:83,32 + 0,06 * PI

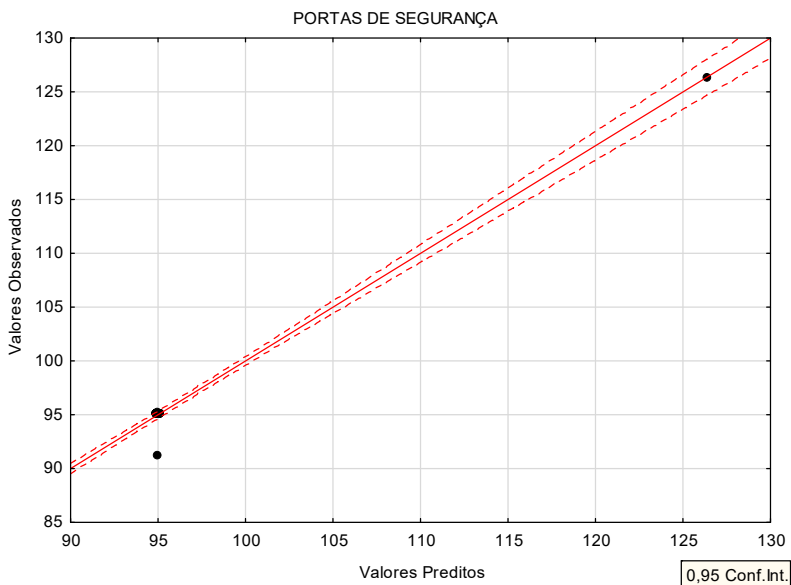
Sendo:

QPP: Quantidade de Placa de Poliéster (m²)

PI: Perímetro Interno

27. Quantidade: Portas de Segurança

Figura 94. Portas de segurança



Fonte: Autora (2016)

Portas de Segurança:

R	0,99
R ²	0,98
R ² ajustado	0,98
Erro padrão	0,83
Valor p	0,00
Tamanho da amostra	24

QPSEG: $94,45 + 0,02 * PE$

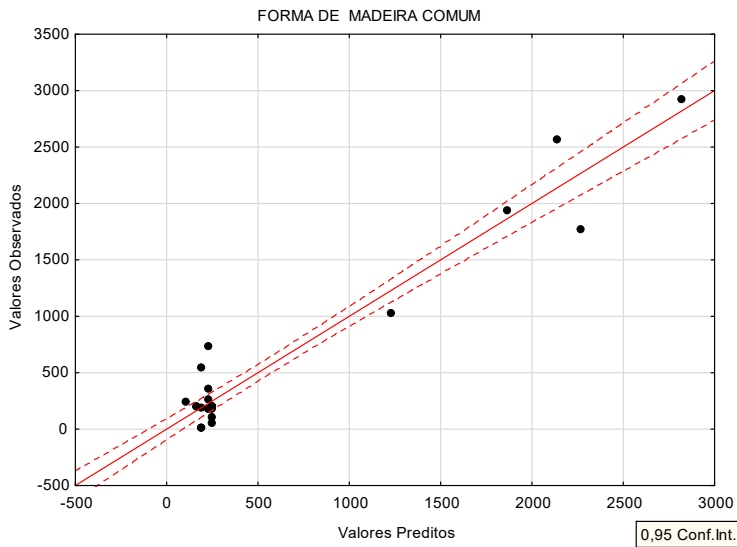
Sendo:

QPSEG: Quantidade de Portas de Segurança (m²)

PE: Perímetro Externo

28.Quantidade: Forma de madeira comum

Figura 95. Forma de madeira comum



Fonte: Autora (2016)

Forma de Madeira Comum:

R	0,97
R²	0,94
R² ajustado	0,93
Erro padrão	204,84
Valor p	0,00
Tamanho da amostra	29

QFM: 1991,25 + 2,49 * PE – 3,79 * PI – 0,25 * AT

Sendo:

QFM: Quantidade de Forma de Madeira Comum (m²)

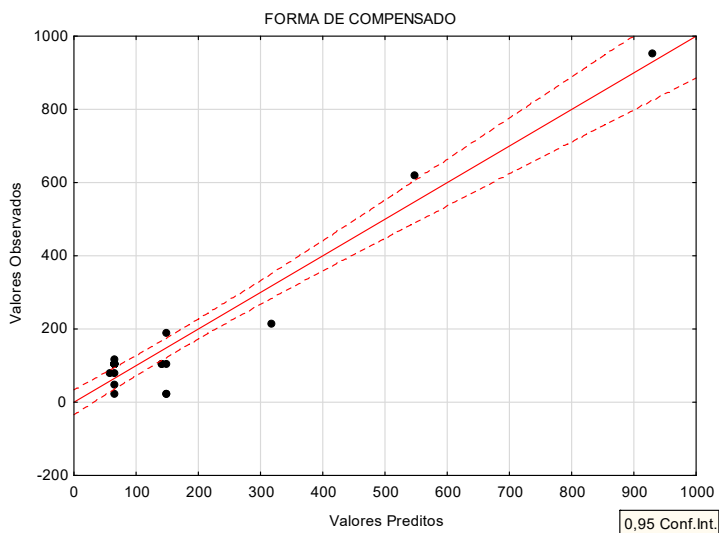
PE: Perímetro Externo

PI: Perímetro Interno

AT: Área Total

29. Quantidade: Forma de compensado

Figura 96. Forma de compensado



Fonte: Autora (2016)

Forma Compensado:

R	0,96
R ²	0,92
R ² ajustado	0,92
Erro padrão	61,57
Valor p	0,00
Tamanho da amostra	22

$$\text{QFC: } 322,02 + 1,04 * \text{PE} - 0,97 * \text{PI}$$

Sendo:

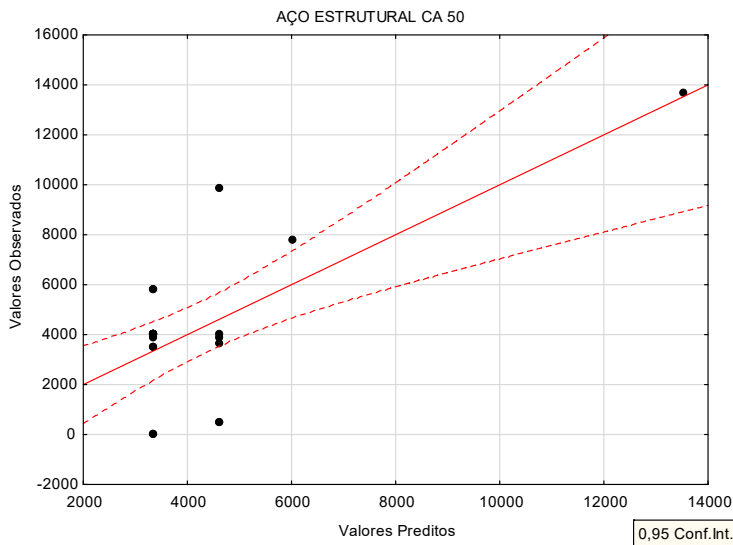
QFM: Quantidade de Forma de Compensado (m²)

PE: Perímetro Externo

PI: Perímetro Interno

29. Quantidade: Aço Estrutural CA-50

Figura 97. Aço estrutural CA-50



Fonte: Autora (2016)

Forma Aço Estrutural CA - 50:

R	0,85
R²	0,72
R² ajustado	0,69
Erro padrão	3.708,92
Valor p	0,00
Tamanho da amostra	23

QACA-50: 4.416,57 + 9,95 * PI + 5,68 * PE

Sendo:

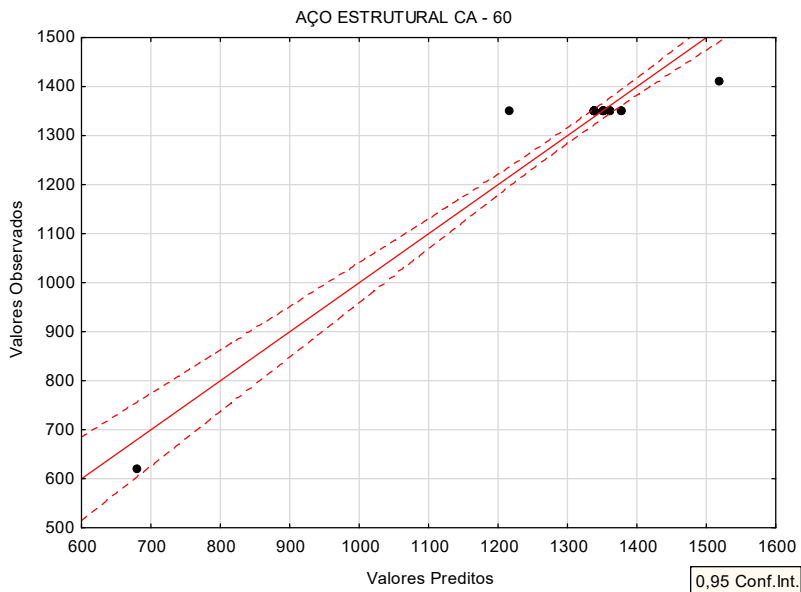
QACA: Quantidade de Aço CA -50 (Kg)

PI: Perímetro Interno

PE: Perímetro Externo

30. Quantidade: Aço Estrutural CA-60

Figura 98. Aço estrutural CA -60



Fonte: Autora (2016)

Forma Aço Estrutural CA - 60:

R	0,96
R ²	0,93
R ² ajustado	0,92
Erro padrão	40.66
Valor p	0,00
Tamanho da amostra	26

QACA-60: $415,95 + 2,05 * PI - 0,29 * PE + 0,04 * AT$

Sendo:

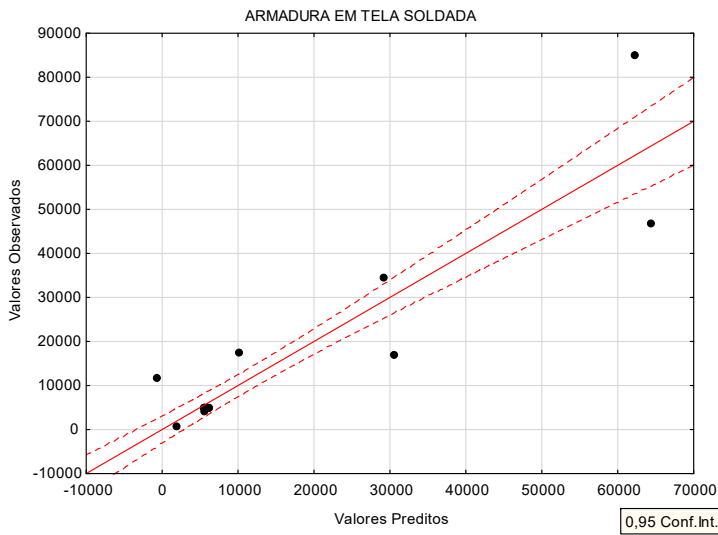
QACA60: Quantidade de Aço CA -60 (Kg)

PI: Perímetro Interno

PE: Perímetro Externo

31.Quantidade: Armadura em Tela Soldada

Figura 99. Armadura em tela soldada



Fonte: Autora (2016)

Armadura em Tela Soldada:

R	0,92
R ²	0,85
R ² ajustado	0,83
Erro padrão	6.988,27
Valor p	0,00
Tamanho da amostra	26

QATS: -5.565,77 + 34,83 * PE + 23,87 * PI -2,18 * AT

Sendo:

QATS: Quantidade de Armadura em Tela Soldada (Kg)

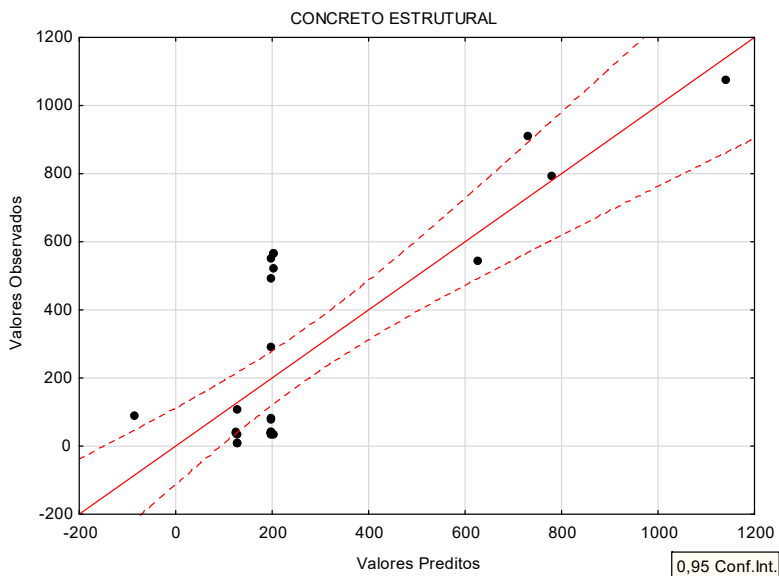
PE: Perímetro Externo

PI: Perímetro Interno

AT: Área Total

32. Quantidade: Concreto Estrutural

Figura 100. Concreto estrutural



Fonte: Autora (2016)

Concreto Estrutural:

R	0,80
R ²	0,64
R ² ajustado	0,59
Erro padrão	202,39
Valor p	0,00
Tamanho da amostra	27

$$\text{QCE} = 488,84 - 0,12 * \text{AT} + 0,72 * \text{PE} - 0,35 * \text{PI}$$

Sendo:

QCE: Quantidade de Concreto Estrutural

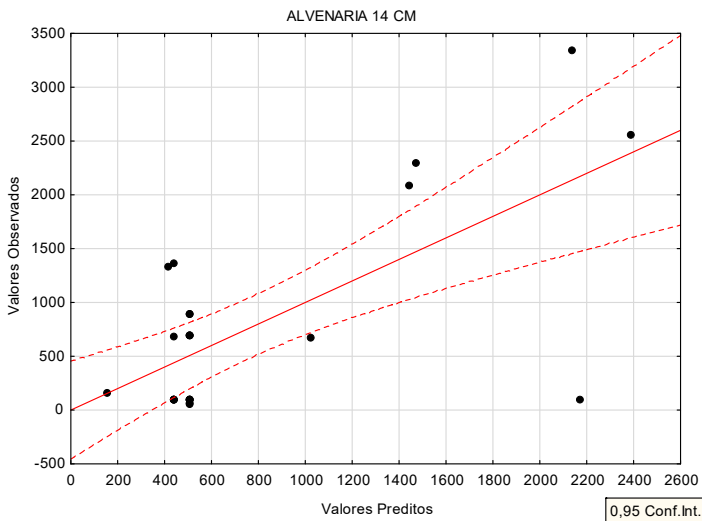
AT: Área Total

PE: Perímetro Externo

PI: Perímetro Interno

33.Quantidade: Alvenaria 14 cm

Figura 101. Alvenaria 14 cm



Fonte: Autora (2016)

Alvenaria 14 cm:

R	0,44
R ²	0,20
R ² ajustado	0,14
Erro padrão	1.095,65
Valor p	0,05
Tamanho da amostra	31

QALV14: 823,41 + 2,98 * PI – 0,41 * AT

Sendo:

QALV14: Quantidade de Alvenaria 14 cm (m²)

AT: Área Total

PI: Perímetro Interno

AT: Área Total

34. Tabela 39. Curva ABC de Insumos do Serviço de Esquadrias de Segurança

Código	Descrição	% Parcial	% Acum.	
031361	Grade de segurança em aço SAE 1045, diâmetro de 1' - sem têmpera e revenimento – instalado.	53,37	53,37	A
092647	Grade para forro eletrofundida em aço carbono galvanizado 1008/1010 malha 25x100mm, barra 25x2mm.	12,17	65,54	A
031364	Porta de segurança de abrir grade em aço SAE 1045 chapeada, diâmetro de 1', completa - sem têmpera e revenimento	7,86	73,39	A
090910	Tela de proteção de aço, malha ondulada artística de 1', fio 10 com requadro em perfil 'L' de 1' x 1' x 1/8' - (3,40 x 1,30 m)	6,18	79,57	B
031222	Porta em chapa nº 14 com batente	2,24	81,82	B
031247	Caixilho maximar em chapa ferro dobrado sob medida	1,94	83,76	B
031369	Portão de abrir para muralha em aço SAE 1045 chapeada, diâmetro de 1', completa - sem têmpera e revenimento	1,82	85,58	B
010101	Ajudante geral	1,59	87,17	B
031245	Caixilho em perfis de chapa dobrada, com espessura de 1/8', baguetes em chapa de aço 14, para fixação de vidros, sob medida	1,51	88,68	B
010144	Serralheiro	1,29	89,97	B

Continua

Continuação

037033	Vidro liso laminado de alta segurança (blindado), ref. NIJ III da Fanavid ou equivalente - instalado	0,98	90,96	B
090904	Caixilho em ferro veneziana em perfis 'L' e 'T' com espessura de 1/8' - sob medida	0,87	91,83	C
037103	Placa de poliéster insaturado com fibra vidro de 3 mm	0,75	92,58	C
031007	Corrimão tubular em aço galvanizado, diâmetro de 2'	0,69	93,26	C
031045	Porta ferro de abrir para receber vidro, sob medida	0,68	93,95	C
010146	Servente	0,68	94,63	C
010139	Pedreiro	0,65	95,27	C
031225	Porta/portão correr em chapa cega dupla, sobmedida	0,49	95,77	C
031375	Escada marinheiro galvanizada	0,48	96,25	C
031282	Caixilho para vidro á prova de bala em aço SAE1010/1020	0,40	96,64	C
037074	Vidro liso laminado incolor de 6mm	0,35	97,00	C
031312	Batente em chapa 16 dobrada e zincada	0,33	97,33	C
010186	Vidraceutiro	0,32	97,65	C
031244	Caixilho em ferro, tipo basculante, perfil em 'T' e 'L' com espessura de 1/8', sob medida	0,30	97,96	C
091169	Portão 1 ou 2 folhas tubular com tela de arame galvanizado, completo até 2,50m	0,24	98,19	C

Continua

Continuação

031272	Porta de abrir em tela de aço galvanizado, ondulada # 1' fio 12, sob medida	0,20	98,40	C
031012	Barra de apoio, para pessoas com mobilidade reduzida, em tubo de aço inoxidável 1 1/2', L= 900mm	0,19	98,59	C
031206	Porta de ferro veneziana de abrir 217 x 87 cm, 1 folha, ref. PAV Silenfort Sasazaki ou equivalente	0,15	98,74	C
026704	Chapa de ferro Nº 14	0,12	98,86	C
030222	Folha de porta lisa em madeira sarrafeada para pintura 72x210cm	0,12	98,98	C
010111	Carpinteiro	0,11	99,08	C
010112	Ajudante de carpinteiro	0,09	99,17	C
035004	Fechadura completa cromada para uso interno miolo tipo gorges, ref. 721.01/40 CR da Pado, 402526/40 da Arouca, ou equivalente	0,08	99,25	C
031645	Dobradiça em latão cromado de 3 1/2' x 3', ref. La Fonte Dob 90 3 1/2' x 3' LT S/P CR, Arouca 346, 3500 da União Mundial ou equivalente	0,08	99,34	C
035012	Mola aérea para porta, com esforço de 60kg a 70kg, ref. Dorma MA200/4	0,07	99,41	C
069565	Solda eletrolítica tipo Smaw-AWS 6013 eletrodos esp. 2,5/3,25/4,0mm, ref. ESAB, LINCOLN e WELD	0,07	99,47	C

Continua

Continuação

035003	Fechadura completa cromada para uso externo tipo alavanca, ref. 725.01/40 da Pado, 102526/40Z da Arouca, ou equivalente	0,06	99,53	C
031734	Dobradiça em latão cromado reforçada com anéis de 3 1/2' x 3', ref. La Fonte Dob 85 3 1/2' x 3' LT S/P CR, 3635 da União Mundial ou equivalente	0,06	99,59	C
031715	Targeta sobrepor livre-ocupado zamac, ref. 1515/136 da Arouca, 719 AZ CR La Fonte, 032 CR da Pado, ou equivalente	0,04	99,63	C
010145	Ajudante serralheiro	0,04	99,67	C
030221	Folha de porta lisa em madeira sarrafeada para pintura 62x210cm	0,04	99,70	C
031275	Portinhola de correr em chapa de aço 1/4', para 'passa pacote', completa	0,04	99,74	C
037043	Massa para vidro comum branca e/ou cinza	0,04	99,78	C
031276	Portinhola de abrir, dupla, em chapa de aço 10, para 'passa pacote', completa sob medida	0,03	99,81	C
020508	Cimento CII-E-32 (sacos de 50 kg)	0,03	99,85	C
030223	Folha de porta lisa em madeira sarrafeada para pintura 82x210cm	0,03	99,88	C
027524	Caixilho fixo em tela galvanizada, revestida com poliamida, malha 10mm	0,03	99,91	C
031731	Dobradiça em aço cromado com pino e bola em aço de 3 1/2' x 3'	0,02	99,93	C

Continua

Continuação

092844	Película de controle solar refletiva, cor prata, para vidros	0,02	99,95	C
020503	Areia média lavada (a granel caçamba fechada)	0,02	99,97	C
026726	Parafuso com arruela e bucha S8 de 4,8 x 50 mm, tipo panela	0,01	99,99	C
030224	Folha de porta lisa em madeira sarrafeada para pintura 92x210cm	0,01	100,00	C
092774	Cabo de aço galvanizado com alma de aço, diâmetro 3/8' (9,52mm)	0,00	100,00	C
049575	Esticador para cabo de aço 5/16' (8 mm) com terminal gancho-olhal	0,00	100,00	C
026548	Parafuso cabeça chata com bucha plástica de 8 mm - 5,5 x 50 mm	0,00	100,00	C